ANNALES

DES

SCIENCES NATURELLES

SIXIÈME SÉRIE

ZOOLOGIE

Bourloton. — Imprimeries réunies, A, rue Mignon, 2, Paris.

ANNALES
DES
SCIENCES NATURELLES

ZOOLOGIE

ET

PALÉONTOLOGIE

COMPRENANT

L'ANATOMIE, LA PHYSIOLOGIE, LA CLASSIFICATION
ET L'HISTOIRE NATURELLE DES ANIMAUX

PUBLIÉES SOUS LA DIRECTION DE

MM. H. ET ALPH. MILNE EDWARDS

TOME XIX

PARIS
G. MASSON, ÉDITEUR
LIBRAIRE DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
Boulevard Saint-Germain, en face de l'École de Médecine
1885

NÉCROLOGIE

M. Henri-Milne Edwards, le dernier survivant des fondadateurs des *Annales des Sciences naturelles*, est mort à Paris, le 29 juillet, à l'âge de quatre-vingt-cinq ans. Depuis 1824, il n'avait cessé de collaborer, avec une infatigable activité, à la direction de ce recueil, qui compte aujourd'hui 210 volumes.

L'œuvre scientifique de M. Milne Edwards est trop considérable pour qu'il soit possible d'en rendre compte en ce moment. Mais nous croyons devoir mettre sous les yeux des lecteurs des *Annales* les discours prononcés aux funérailles de l'illustre savant : ils feront connaître à la fois le naturaliste et l'homme privé.

Discours de M. A. de Quatrefages,

au nom de l'Académie des sciences.

« Messieurs,

» Jamais l'Académie des Sciences n'a été aussi cruellement frappée que depuis dix-huit mois. En 1884, elle a perdu huit de ses membres; à peine la moitié de 1885 est-elle écoulée, et déjà six autres de nos Confrères nous ont été enlevés. Parmi ces morts que nous pleurons, deux surtout ont droit à tous nos regrets, parce qu'ils étaient du petit nombre de ceux que le monde savant avait universellement reconnus et acceptés pour maîtres : J.-B. Dumas, dont le nom résume toute une période glorieuse pour les Sciences chimiques; Henri-Milne Edwards, le fonda-

teur et le chef incontesté d'une grande École qui, née en France, a rapidement embrassé la plupart des naturalistes de tous pays. Une étroite amitié unissait ces deux grands esprits depuis plus de soixante années. La mort, qui les avait séparés, les réunit aujourd'hui, ravivant et redoublant des douleurs que doivent ressentir, non pas seulement les hommes de science, mais encore tous ceux qui ont au cœur l'amour de notre patrie et de ses gloires.

» Henri-Milne Edwards est né à Bruges, le 23 octobre 1800. Il était le vingt-neuvième enfant de William Edwards, riche planteur et lieutenant-colonel de milice à la Jamaïque. A la suite des événements politiques des premières années de ce siècle, ce chef de famille vint s'établir d'abord en Angleterre, puis en Belgique. Il avait épousé en secondes noces Élisabeth Vaux, d'une ancienne famille anglaise dont un membre avait été élevé à la pairie au dix-septième siècle; Milne Edwards fut le second fruit de cette union. Le colonel Edwards comptait de nombreux amis dans le monde littéraire et philosophique. Mais, malgré la nature de ces relations, il ne put échapper aux rigueurs de la police impériale, alors toute-puissante dans la Belgique, momentanément devenue française. Soupçonné d'avoir facilité l'évasion de quelques prisonniers, il fut lui-même incarcéré et ne recouvra la liberté qu'après sept ans de détention. Bien loin de garder rancune à la France, il se hâta de se rendre à Paris et de réclamer pour son fils Henri-Milne Edwards le bénéfice de la loi qui lui permettait de le faire reconnaître en qualité de citoyen français.

» Pendant la captivité de son père, Milne Edwards avait été confié aux soins de son frère aîné, William Edwards, l'éminent Physiologiste, dont les travaux ne sont pas toujours estimés comme ils le mériteraient. A coup sûr, cette circonstance eut une influence sérieuse sur le développement intellectuel du jeune élève. A l'âge de dix ou onze ans, il avait reçu en cadeau l'*Histoire des Animaux*, de Buffon. Après l'avoir lue, il tenta d'en faire une analyse scientifique.

» Dans son *Histoire de la vie et des travaux de Cuvier*, Duvernoy rapporte un fait analogue au sujet de celui qui fut son maître et son ami. Chez ces deux enfants, les futurs grands naturalistes se sont, pour ainsi dire, révélés à peu près au même âge et comme sous l'inspiration de leur illustre prédécesseur.

» Pourtant Milne Edwards fut quelque temps à trouver sa voie. Il fit, il est vrai, très sérieusement ses études en Médecine et conquit aisément son diplôme, mais sans avoir l'intention de se livrer à la pratique médicale. Élevé dans une grande aisance, croyant sa fortune assurée, il se laissait entraîner par ses goûts, à la fois sérieux et délicats, mais qui pouvaient l'éloigner de la Science. Sans doute celle-ci ne fut pas complètement négligée; la date des premières publications de Milne Edwards en fait foi. Mais une large part était accordée aussi à la peinture, à la mu-

sique; notre Confrère fut à cette époque un des auditeurs assidus du Théâtre-Italien. Des événements inattendus, des épreuves dures à traverser, mais qui devaient le conduire au bien-être et à la gloire, vinrent transformer cette existence, qui semblait devoir être seulement celle d'un amateur éclairé de tout ce qui sollicite une intelligence ouverte et élevée.

» En 1823, Milne Edwards avait épousé M[lle] Laure Trézel, fille d'un simple colonel, qui devait devenir plus tard général et ministre de la Guerre. Ce mariage, amené par une affection réciproque, semblait se conclure sous les plus heureux auspices. La grand'mère maternelle de Milne Edwards voulait léguer à son petit-fils une fortune considérable. Des événements de famille, où se montra dans tout son jour la loyale délicatesse de notre regretté Confrère, en décidèrent autrement. En 1825, le jeune ménage se trouva subitement dans une véritable gêne, et Milne Edwards dut demander à son travail les moyens de subvenir aux besoins croissants de sa famille. Ce fut alors qu'il publia successivement trois Ouvrages élémentaires relatifs à la Médecine, entre autres le *Manuel de matière médicale*, rédigé en collaboration avec Vavasseur, qui eut plusieurs éditions françaises et fut traduit en anglais, en allemand et en hollandais. C'est dire quelle est la valeur pratique de ce petit Livre, que tous les médecins de mon temps ont à coup sûr dans leur bibliothèque.

» De meilleurs jours vinrent enfin. En 1832, Milne Edwards fut nommé professeur d'Histoire naturelle au Collège Henri IV et à l'École centrale des Arts et Manufactures. En 1838, il remplaça Frédéric Cuvier à l'Académie des Sciences. En 1841, il succéda à Victor Audouin dans la chaire d'Entomologie du Muséum, chaire qu'il quitta en 1861 pour prendre celle de Mammalogie. En 1844, la mort d'Étienne-Geoffroy Saint-Hilaire, qu'il suppléait depuis quelques années, lui ouvrit la Faculté des Sciences, dont il devint le doyen en 1849. En même temps, notre Confrère voyait son autorité scientifique grandir chaque jour et de zélés travailleurs marcher, à l'étranger aussi bien qu'en France, dans les voies qu'il avait ouvertes. Tout semblait devoir désormais lui sourire, et pourtant de nouvelles et bien douloureuses épreuves l'attendaient encore.

» Depuis quelques années, celle qui avait été pour Milne Edwards une compagne chérie dans la vie de tous les jours, souvent une aide dévouée dans ses travaux, souffrait d'un mal qui ne pardonne pas. Dire comment notre Confrère lutta pas à pas avec la maladie; comment, inspiré par son ardente affection, il inventa chaque jour quelque nouveau moyen de résistance; comment il conduisit sa chère malade sous un ciel plus doux; comment il transforma en une serre chaude son modeste appartement de la rue Saint-Étienne-du-Mont, serait trop long et trop pénible. Si je m'arrête un instant à ces douloureux souvenirs, c'est pour montrer ce que fut Milne Edwards dans ces années d'angoisses incessantes. Le travail, le travail seul lui permit d'aller jusqu'au bout de sa tâche. Il y puisait les

forces nécessaires pour continuer une lutte sans espoir. Et quand vint le dernier jour, ce fut encore au travail qu'il demanda, non pas l'oubli, non pas la consolation, mais au moins un allégement à une douleur dont il m'a été donné de mesurer la profondeur et la durée.

» Ce n'est pas la seule tombe sur laquelle notre Confrère ait eu à pleurer. De son mariage avec Mlle Trézel étaient nés neuf enfants. Il en restait quatre lors de mes premières relations avec lui ! Parmi eux était une jeune fille, toute de grâce et de beauté. Son union avec le fils de Dumas avait comblé les vœux des deux familles. Et peu après elle mourait !

» A cet homme de cœur, si cruellement frappé comme époux et comme père, le Ciel devait une compensation. Vous savez tous qu'il l'a trouvée. Certes, Milne Edwards a eu deux grands jours de bonheur dans sa vie, lorsqu'il a vu son fils lui succéder dans sa chaire de Mammalogie au Muséum, lorsqu'il l'a vu s'asseoir à côté de lui à l'Académie des Sciences.

» Ah ! c'est que jamais chez notre Confrère le développement de l'intelligence n'a fait tort aux sentiments du cœur; c'est qu'il a toujours senti dans tout ce qu'elles ont de profond les douleurs et les joies de la famille; c'est qu'il a été toute sa vie l'homme des affections et des dévouements. Aux temps même les plus difficiles, lorsque sa plume et son pinceau fournissaient presque seuls aux besoins de tout ce qui lui était cher, sa bourse et sa maison sont restées ouvertes à ses parents, à ses amis. Et lorsqu'en 1832 le choléra vint épouvanter Paris, Milne Edwards, se rappelant son titre de Docteur en Médecine, s'enrôla des premiers parmi ceux qui se dévouèrent pour combattre le fléau. Une médaille lui fut décernée au nom de la Ville de Paris reconnaissante. Ce sont les seuls émoluments qu'il ait jamais reçus à titre de médecin.

» Et maintenant est-il besoin de dire comment le plus modeste débutant était reçu par ce savant dont la renommée était si grande, dont le nom était si haut placé ? Ici, je puis en appeler à mon expérience personnelle. J'étais arrivé à Paris avec un bagage scientifique bien mince; et, par suite de circonstances que j'aime à oublier, Milne Edwards avait de moi une fort triste opinion. Ma première campagne aux îles Chausey suffit pour faire tomber ces préventions. Le Maître vint dans ma mansarde feuilleter les cartons de l'élève, vérifier l'exactitude de ses observations. Dès ce jour, sa bienveillance me fut acquise et il m'en donna une bien grande preuve. Il veillait fort tard dans son cabinet de travail situé au rez-de-chaussée; il m'engagea à venir l'y trouver. Que de fois j'ai frappé à la vitre de ce cabinet, quand je rentrais le soir de ma promenade quotidienne ! Comme il quittait sa table et m'ouvrait la porte de la rue, ayant l'air d'être aussi content de me recevoir que je me sentais honoré d'être reçu ! Et que de choses j'ai apprises dans ces causeries, où le savant déjà illustre semblait s'oublier avec autant de plaisir que si j'eusse été son égal !

» Messieurs, vous trouvez peut-être qu'en vous parlant de Milne Edwards je m'occupe trop longtemps de l'*homme*. C'est qu'il est moins connu que le *savant ;* c'est que je voudrais vous le faire aimer autant que vous l'estimez ; c'est que, même une simple esquisse de cette vie où s'entremêlent les joies et les douleurs, les luttes de bien des sortes et un triomphe final dû à la persévérance et au travail, me semble renfermer des enseignements pour tous. Mais je m'arrête et en viens à ce qui fait que la foule se presse autour de cette tombe, attestant par sa seule présence que la mort de Milne Edwards laisse un bien grand vide parmi nous.

» Le premier Mémoire lu à l'Académie par Milne Edwards date de 1823. Depuis cette époque, il n'a cessé d'agrandir le champ de la Science par ses recherches personnelles et d'enseigner par la parole ou par la plume ses émules d'abord, puis les générations qui grandissaient à ses côtés. Ces travaux, cet enseignement ont donc duré plus de soixante ans.

» Lorsque Milne Edwards fut nommé membre de l'Académie des Sciences, en 1838, sa *Notice* renfermait déjà le résumé de soixante-dix Mémoires originaux. Sur cette liste ne figurent ni les nombreux articles insérés dans le *Dictionnaire classique d'Histoire naturelle* ou dans l'*Encyclopédie d'Anatomie et de Physiologie* du Dr Todd ; ni les *Additions* faites par lui à l'*Histoire des animaux sans vertèbres* de Lamarck; ni ses *Éléments de Zoologie*, ni aucun des ouvrages élémentaires auxquels j'ai fait allusion plus haut. A partir de cette époque et pendant plusieurs années, les publications de notre Confrère sur des sujets spéciaux ont été tout aussi fréquentes, et vous comprendrez que je ne puisse en dresser ici même une simple Table de matières.

» En somme, Milne Edwards a touché à toutes les branches de la Zoologie et, dans toutes, il a laissé sa trace. La liste de ses œuvres présente, en Zoologie méthodique, des recherches sur la classification des Vertébrés, aussi bien que sur celle des Annelés, des Mollusques et des Rayonnés ; en Zoologie descriptive vivante ou fossile, plusieurs Ouvrages généraux devenus classiques dès leur apparition ; en Zoologie générale, des recherches sur les Centres de création, sur la répartition géographique des Crustacés ; en Anatomie proprement dite, une foule de Mémoires, dont je ne pourrais même indiquer les principaux ; en Anatomie philosophique, des études sur le squelette des Crustacés, regardées par Geoffroy Saint-Hilaire comme un modèle du genre, etc.

» Mais ce qui caractérise l'œuvre de Milne Edwards mieux qu'aucun de ces travaux, quelque remarquables qu'ils soient d'ailleurs, c'est que jamais l'auteur ne perd de vue le côté physiologique du sujet qui l'occupe, c'est qu'il le met constamment en saillie et s'en sert pour éclairer les autres points de la question. C'est par là qu'il a mérité d'être reconnu pour un

chef d'École et qu'il s'est assuré une place à côté de ses plus illustres prédécesseurs.

» En effet, depuis l'époque de la Renaissance, les Sciences naturelles, la Zoologie en particulier, ont présenté des phases successives et marché de progrès en progrès qui s'enchaînent dans un ordre remarquablement logique. Au début, on chercha à peu près exclusivement à retrouver les espèces décrites par les anciens ; mais on rencontra en route bien des animaux ou des plantes que n'avaient connus ni Aristote, ni Pline. On s'arrêta à les décrire, et bientôt on sentit qu'il fallait mettre de l'ordre dans ces richesses devenues encombrantes. Linné, avec ses classifications systématiques et sa nomenclature binaire, répondit à ce besoin. La Zoologie d'abord, pour ainsi dire, littéraire et érudite, devint ainsi classificatrice et descriptive. Buffon lui conserva essentiellement ce dernier caractère, en même temps que par ses belles recherches de Géographie zoologique il ouvrit la voie à la Zoologie générale. Puis vint Cuvier, qui comprit qu'il ne fallait pas s'en tenir à l'examen extérieur des animaux, et que, pour juger de leurs vrais rapports, il fallait en connaître tous les organes. Ses deux Ouvrages, l'*Anatomie comparée* et le *Règne animal*, expression d'une même pensée, fruits du même travail et s'appuyant l'un sur l'autre, fondèrent la Zoologie anatomique.

» On comprend que je n'aie pas eu la prétention de tracer ici même une esquisse abrégée de l'histoire de la Zoologie, et que j'aie volontairement omis de mentionner les branches diverses sorties de ce tronc si vivace et si fécond. J'ai voulu seulement indiquer le point où l'avaient conduite le génie de Cuvier et les travaux de ses disciples immédiats. Or, il faut bien le reconnaître, ils ont oublié trop souvent les préceptes de Haller sur l'alliance intime qui doit unir l'Anatomie et la Physiologie. Mais peut-être sont-ils excusables. Leur labeur a été grand ; ils nous ont fait connaître les instruments ; à nous de chercher comment ils agissent.

» C'est ce que Milne Edwards comprit pour ainsi dire à ses débuts dans la Science. Associé d'abord avec Victor Audouin, on le voit, dès 1826, commencer sur les côtes de France ces campagnes zoologiques qui devaient être si fécondes en résultats. Les deux amis, accompagnés de leurs jeunes femmes qui les suivaient dans toutes leurs courses et les aidaient dans leurs travaux, s'étaient installés dans le petit archipel de Chausey, où, une quinzaine d'années après, je retrouvais bien vivace, mais légèrement altéré, le souvenir de leur séjour et de leurs occupations. Ils en revinrent les mains pleines, et l'un de leurs Mémoires, les *Recherches anatomiques et physiologiques sur la circulation dans les Crustacés*, obtint, en 1828, le prix de Physiologie décerné par l'Académie des Sciences.

» En allant demander des enseignements au monde marin, Milne

Edwards et Audouin renouaient une tradition toute française, que l'on peut faire remonter tout au moins à Bernard de Jussieu et à Guettard, qui furent chargés par l'Académie de vérifier ce qu'avait de vrai la grande découverte de Peysonel. Il est permis de se demander auquel des deux jeunes Naturalistes revient le mérite d'avoir eu la pensée de rentrer dans cette voie. Sans doute, il est souvent difficile et parfois délicat de poser une question pareille à propos de deux collaborateurs qui ont signé de leurs noms le même travail. Mais ici les faits parlent trop haut pour qu'il soit possible d'hésiter. A partir du jour où cette association scientifique fut rompue, sans que leur amitié en souffrît, Audouin se livra tout entier à l'Entomologie et à ses applications, qui le conduisirent à la Section d'Agriculture de l'Académie; Milne Edwards reprit ses voyages sur les côtes, revint à diverses reprises sur celles de notre Océan ; explora celles de Nice, de Naples, de l'Algérie et plus tard celles de la Sicile, où M. Blanchard et moi nous eûmes la joie de l'accompagner.

» C'est que ce jeune maître sentait de plus en plus quels précieux sujets d'études offrent les animaux inférieurs marins au Naturaliste que préoccupent les questions physiologiques. Chez eux, la machine animale, se démontant pour ainsi dire pièce à pièce, finit par ne plus conserver que les organes fondamentaux, et la nature intime des fonctions se laisse bien mieux pénétrer. Quand à cette simplification organique vient s'ajouter la transparence des tissus, l'œil armé du microscope peut aller fouiller ces corps vivants sans les détruire, sans même les altérer, et prendre en quelque sorte la nature sur le fait.

» Une fois la route indiquée, la Zoologie moderne ne pouvait manquer d'entrer dans cette nouvelle voie. Elle devait de plus en plus aller au delà de l'Anatomie et s'inquiéter de la fonction autant que des organes. Elle l'a fait d'abord sans se rendre bien compte de ce changement de direction. Ce fut un de ses adversaires qui lui donna la claire conscience du progrès accompli. En 1845, un journal, parlant des travaux de l'Académie des Sciences, qualifia ironiquement de *zoologistes physiologistes* Milne Edwards et quelques jeunes travailleurs groupés autour de lui. Tous acceptèrent, de très bon cœur et comme caractérisant au mieux leurs tendances, ce titre qu'on leur appliquait comme un blâme et par dérision. On leur apprenait à eux-mêmes qu'il y avait dans leur petit groupe le germe d'une École nouvelle.

» Cette École, si peu nombreuse il y a vingt ans, a bien grandi depuis lors. Elle a, on peut le dire, envahi tous les pays où l'on fait de la Science sérieuse ; et, chose remarquable, quoique très naturelle, c'est en suivant la voie frayée par les naturalistes français que les savants de ces diverses contrées arrivent à se ranger sous la même bannière. Chez eux, comme chez nous, c'est le monde marin qui conduit à l'évidence et commande

les convictions. Le succès, d'ailleurs, ne se fit pas trop attendre; l'École physiologique compta bientôt de glorieux adeptes. L'illustre Müller, le chef des Physiologistes allemands, après avoir demandé pendant vingt ans les secrets de la vie aux animaux supérieurs, comprit qu'il devait, lui aussi, aller s'instruire en étudiant le monde marin. Il fit coup sur coup plusieurs campagnes et en rapporta quelques-uns de ses plus beaux titres de gloire. Et il le sentait si bien que, devenu injuste envers ses premiers travaux, il déclarait regarder comme perdu tout le temps qu'il n'avait pas passé au bord de la mer.

» Ainsi la Zoologie et la Physiologie, si longtemps regardées comme deux sciences distinctes, cherchent mutuellement à se rapprocher. La Zoologie physiologique, qui leur sert de lien, a grandi rapidement à la faveur de cette double tendance, et Milne Edwards en est resté le chef universellement reconnu.

» Ce que notre Confrère a été dans ces travaux écrits, il l'était dans son enseignement oral.

» A la Sorbonne comme au Muséum, on retrouvait toujours l'infatigable chercheur. Pour chacun de ces enseignements il ne s'est jamais tracé de cadre absolu. Je l'ai vu bien souvent remanier le Cours de quelque année précédente, s'efforçant sans cesse de le perfectionner; et de ce travail sans trêve, fécondé par le savoir personnel, était résultée une érudition solide et éclairée qui attirait autour de sa chaire de nombreux et assidus auditeurs.

» C'eût été grand dommage que le trésor scientifique, fruit d'un semblable labeur, disparût avec celui qui avait su l'acquérir. Heureusement Milne Edwards devait obéir à la logique de tout esprit vraiment élevé, et chercher à coordonner, ne fût-ce que pour lui-même, l'ensemble de ses connaissances. Sans renoncer aux recherches spéciales, il entreprit presque en même temps deux Ouvrages, tous les deux rédigés dans ce sens : l'*Introduction à la Zoologie générale* et les *Leçons sur la Physiologie et l'Anatomie comparées de l'homme et des animaux.* Dans le premier, il résume plus spécialement les idées qui ont dirigé ses travaux; le second est pour ainsi dire la preuve et le développement du précédent, en même temps qu'il présente le tableau détaillé de la Science actuelle.

» Je voudrais pouvoir vous parler longuement de ces deux beaux livres; j'aimerais surtout vous parler de l'*Introduction.* Ce tout petit Volume renferme la doctrine à peu près entière de l'auteur et à ce titre mérite toute notre attention. Mais le temps manque, et je puis à peine parcourir à vol d'oiseau quelques-uns des grands horizons que Milne Edwards ouvre à ses lecteurs.

« Pour me former une idée du plan qui a présidé à la constitution du Règne animal, dit Milne Edwards, j'ai cherché à juger des causes par les effets. Je

n'ai pas cru un seul instant pouvoir deviner la pensée mère dont est sortie cette vaste conception, ni déterminer la route suivie par l'Auteur de toutes choses dans l'exécution de son œuvre. »

» Partout, toujours notre Confrère est resté fidèle à ce programme qui écarte dès l'abord toute hypothèse à priori. Partout, toujours Milne Edwards part du fait et remonte par induction à la cause prochaine. Puis il contrôle ses premières conclusions en les rapprochant de tous les faits ambiants, et cette comparaison même le conduit à des résultats nouveaux. C'est ainsi que, toujours appuyé sur la réalité, il s'élève jusqu'à la perception des lois les plus générales qui ont présidé à la constitution des êtres, au groupement de leurs innombrables formes, à leur répartition dans le cadre du Règne animal, à l'établissement et à la constance des rapports multiples qui unissent toutes les parties de ce vaste ensemble. Cette manière de procéder, n'est-ce pas la Méthode expérimentale, telle qu'il est possible de l'appliquer aux sciences d'observation?

» Deux faits généraux frappent d'abord Milne Edwards. Le premier est l'infinie variété des êtres vivants. « Les organismes, dit-il, ne sont réelle-
» ment identiques, ni dans le temps ni dans l'espace. La première con-
» dition imposée à la nature dans la formation des animaux semble être
» *la diversité des produits.* »

» Le second fait général dont Milne Edwards a le premier montré toute l'importance est que cette variété extrême s'obtient toujours à peu de frais. La nature est loin d'avoir réalisé toutes les formes animales que notre esprit peut concevoir. On dirait qu'elle répugne aux innovations et qu'avant de créer un nouveau modèle elle s'efforce de tirer tout le parti possible de ceux qu'elle s'était déjà donnés. Des premiers temps paléontologiques jusqu'à nos jours, on la voit obéir à ces deux lois en apparence opposées : la *loi de variété* et la *loi d'économie*. Rechercher les moyens employés pour satisfaire à l'une et à l'autre, en montrer toutes les conséquences, tel est le but principal de l'Ouvrage.

» Au premier rang des causes de variété, il faut placer l'inégalité dans la perfection avec laquelle s'accomplissent les fonctions. Pour satisfaire à la première des lois indiquées plus haut, la nature, avant tout, perfectionne. Déterminer les procédés de ce perfectionnement est donc d'une haute importance. On voit tout ce que ce point de départ a de profondément physiologique.

» Usant d'une comparaison qui revient souvent sous sa plume, Milne Edwards rapproche l'animal des machines employées dans nos usines. Pour accroître le *travail industriel*, l'homme, tantôt grandit la machine, tantôt en multiplie les parties actives. Pour augmenter le *travail fonctionnel*, la nature bien souvent ne procède pas autrement. Mais le plus puissant moyen mis en œuvre par elle pour perfectionner les organismes

et établir de groupe à groupe et d'espèce à espèce la merveilleuse variété qui les distingue est incontestablement la *division du travail fonctionnel.* Ici encore l'industrie humaine fournit un terme de comparaison facile à saisir et qui explique également les faits anatomiques et les résultats physiologiques.

» Mais le perfectionnement par voie de division du travail, en produisant la *variété*, entraîne une complication anatomique, et il n'en faut pas moins obéir à la loi d'*économie.* La nature y pourvoit en ne perfectionnant jamais à la fois tout un organisme, mais seulement quelques-unes de ses parties. Il résulte de là que les espèces, les groupes les plus voisins, ne sont jamais ou plus haut ou plus bas placés d'une manière absolue. Celui qui l'emporte par le développement d'un certain organe, d'une certaine fonction est inférieur à quelque autre titre. Il est facile de voir quelle diversité extrême doit naître précisément de cette singulière parcimonie, d'où il résulte que la machine animale, au lieu de s'améliorer en masse, ne se perfectionne que par portions souvent très restreintes.

» Je voudrais pouvoir emprunter soit au livre de Milne Edwards, soit à mes propres souvenirs, au moins quelques exemples de cette espèce d'avarice dans les moyens, alliée à la plus magnifique profusion dans les résultats. Je voudrais vous montrer comment la *loi d'économie,* qui semble ne pouvoir qu'éloigner les espèces et les groupes les uns des autres, produit parfois des résultats inverses et amène l'apparition de ces *rapports collatéraux* d'où résulte ce que l'on a appelé les *analogues zoologiques* ou les *termes correspondants*. Surtout j'aimerais de vous montrer comment, au milieu des modifications innombrables des espèces apparaissent toujours et se conservent intacts les types fondamentaux ; comment s'établissent et se manifestent les harmonies organiques, tantôt rationnelles, tantôt purement empiriques; comment....., mais la simple énumération des questions abordées et résolues par notre Maître regretté dans ce petit livre m'entraînerait trop loin. Il me suffit d'avoir sommairement indiqué quelques-unes des tendances de son École, *de toutes les Écoles actuelles* pourrais-je dire ; car ceux-là mêmes qui ne se rangent pas officiellement sous la bannière de Milne Edwards n'en reconnaissent pas moins le bien-fondé des lois qu'il a formulées et de simples débutants en Zoologie les appliquent chaque jour, sans même dire d'où elles leur viennent, tant elles sont entrées dans le savoir commun.

» Et puis, bien que l'heure me presse et que je me reproche d'être si long, il faut bien dire au moins quelques mots des *Leçons de Physiologie et d'Anatomie*, de ce grand Ouvrage dont le premier volume a paru en 1857 et le quatorzième en 1881. Vous comprenez que le résumer serait impossible. C'est le Tableau complet du passé et du présent des Sciences physiologiques et anatomiques, avec leurs détails infinis qu'embrassent et coordonnent les idées générales presque toutes résumées dans l'*Intro-*

duction. Ce livre marque dans l'histoire de ces sciences une véritable époque. Il est dès à présent pour nous, il sera pour nos arrière-neveux ce que les écrits de Haller ont été pour ses contemporains et pour leur postérité.

» Et maintenant, Messieurs, en songeant à cette longue vie tout entière et exclusivement vouée au labeur scientifique; en vous rappelant cette immensité de travaux de détail et ce grand monument élevé à la Science, vous ne serez pas surpris que les honneurs de tout genre soient venus à ce savant qui ne les recherchait pas. Milne Edwards était Grand Officier de la Légion d'honneur, Grand-Croix, Commandeur ou Chevalier de onze ordres étrangers. Mais ces cordons lui tenaient moins au cœur que les témoignages de haute estime venant de ses juges naturels. Cette ambition bien légitime a été aussi largement satisfaite.

» Toutes les grandes Sociétés savantes des deux mondes ont tenu à honneur de compter Milne Edwards au nombre de leurs membres. En 1856, la Société royale de Londres lui décernait la médaille de Copley; en 1880, la Société hollandaise des Sciences lui attribuait la première grande médaille de Boerhaave. Et pourtant, je crois en être sûr, Milne Edwards a été plus touché lorsque, dans une simple réunion de famille, quelques amis, quelques élèves sont venus lui offrir la médaille à son effigie, destinée à fêter la publication du dernier volume des *Leçons de Physiologie et d'Anatomie*. Tout se réunissait pour donner à ses yeux un prix à part à cette modeste offrande. Elle était le produit d'une souscription provoquée par l'affection et la reconnaissance et à laquelle avaient contribué des hommes de tout pays, s'occupant des branches les plus diverses de la Science.

» Aujourd'hui comme alors, j'ai la conscience d'être l'interprète du monde savant tout entier, en apportant à cette tombe un dernier et pieux hommage.

» Adieu, mon cher et vénéré Maître!

» Adieu, Milne Edwards! »

Discours de M. Émile Blanchard,

au nom du Muséum d'Histoire naturelle.

« Messieurs,

» Après l'Académie, le Muséum d'Histoire naturelle a la plus belle part à revendiquer dans la gloire de l'illustre Naturaliste qui vient de s'éteindre. Élu professeur-administrateur à la fin de 1841, M. Milne Edwards devait vivre désormais dans cet Établissement qu'il fréquentait depuis de longues années, où il avait déjà composé un grand Ouvrage

demeuré classique (*Histoire naturelle des Crustacés*). Au Muséum, par ses travaux et par un enseignement de l'ordre le plus élevé dans les deux chaires qu'il a successivement occupées, M. Milne Edwards a puissamment servi la Science.

» Il est des hommes qui, arrivés au terme de la plus longue carrière qu'il soit donné à un homme de parcourir, semblent trop tôt disparaître. Ainsi le voyons-nous pour M. Milne Edwards. Le savant que nous perdons, comme Dumas son contemporain, son intime ami, laisse un grand vide dans la Science française. Presque hier, encore, il conservait une activité dévorante ; ne négligeant jamais aucun devoir public, c'est seulement lorsqu'il fut terrassé par la maladie que sa main laissa tomber la plume qui devait nous livrer l'histoire des origines de la Zoologie.

» Henri-Milne Edwards, né dans les derniers jours du dix-huitième siècle (à Bruges, le 23 octobre 1800), a traversé avec éclat presque tout le dix-neuvième siècle, toujours à la hauteur de chaque progrès. Jeté dès sa première jeunesse dans les voies de la Science, il donna dès le début de sa carrière des signes d'une extrême pénétration, des marques d'une vive sagacité, des preuves d'une rare distinction de l'esprit. Ayant reconnu dans quelle direction il convenait de porter l'effort pour dévoiler la manière dont s'accomplissent les fonctions organiques chez les êtres réputés inférieurs, il étudiera ces êtres dans la plénitude de leur vie et suivra sûrement ainsi les particularités de leur organisation. Pendant une suite d'années, de concert avec son ami Victor Audouin, il a multiplié les recherches sur les animaux marins du littoral de la France. Seul il a continué l'œuvre d'abord effectuée en collaboration ; chaque série d'études amenant un succès, réalisant un progrès. Jeune encore, il jouissait dans le monde scientifique de tous les pays d'un renom laborieusement acquis. Il était élu à l'Académie des Sciences, le 5 novembre 1838, ayant tout juste achevé sa trente-huitième année. A ce moment, aux yeux de tous, il était un savant de premier ordre. Bientôt, par son exemple, par ses conseils, inspirant à de jeunes naturalistes le goût de certaines investigations, il provoquait des découvertes. Aussi fut-il salué de bonne heure comme un maître dans une Science qui compte beaucoup d'adeptes.

» M. Milne Edwards avait fait de nombreuses campagnes sur les rivages de la France, il voulut dans son âge mûr visiter des parties de l'Europe méridionale, et les résultats d'une exploration sur les côtes de la Sicile furent pour lui un nouveau triomphe. Il avait heureusement constaté les dispositions, alors inexactement reconnues, de l'appareil de la circulation du sang chez les Mollusques.

» M. Milne Edwards n'a pas fait sa renommée grande seulement par la multitude des découvertes dans le domaine de la Zoologie anatomique et physiologique, mais aussi par la justesse et par la hauteur de quel-

ques-unes de ses vues générales. Avec un rare bonheur, il a fourni des démonstrations de la loi du perfectionnement organique des êtres. Le jour où il dut renoncer aux investigations délicates, il entreprenait une œuvre immense, colossale : *Les Leçons sur la Physiologie et sur l'Anatomie comparées de l'homme et des animaux.* Traçant avec un talent consommé, avec une supériorité magistrale le tableau de la Science, tel qu'il pouvait être présenté d'après l'ensemble des notions acquises, il a pris soin de mettre en relief, sur chaque sujet, la valeur des différentes opinions et de n'omettre en aucun cas de citer toutes les sources. Jamais l'érudition n'a rendu plus complet service à tous ceux qui se proposent d'aborder des questions relatives à l'organisation et aux phénomènes de la vie chez les êtres animés. Aussi a-t-on plus d'une fois répété : Bien des auteurs ont écrit des traités généraux pour les élèves; seul, Milne Edwards en a composé un qui est pour les maîtres. M. Milne Edwards eut la satisfaction d'achever ce gigantesque travail; — il avait plus de quatre-vingts ans; — alors ses confrères, ses élèves, ses admirateurs de tous les pays saluèrent l'accomplissement de son vaste Ouvrage.

» Le doyen des Naturalistes, tout à l'amour de sa Science, prenant vif intérêt aux grandes questions qui agitent les autres Sciences, attentif au mouvement des Lettres et des Arts, ne jugeait pas sa carrière terminée. Il poursuivait de nouvelles études, et, il y a peu de mois, c'est avec autant de respect que d'admiration que nous écoutions de sa bouche le récit de ce qu'il avait découvert de notions scientifiques chez les peuples représentant les plus anciennes civilisations. C'était avec une sorte d'attendrissement que nous considérions le noble vieillard venant à peine de conclure une trêve avec la maladie, se montrant aussi jeune par l'esprit, aussi enthousiaste qu'il l'était aux jours de sa jeunesse.

» Le savant, dont l'œuvre est si étendue qu'à peine il est possible d'en indiquer ici les principaux traits, a donné un exemple rare de la constance dans le travail. Au spectacle de cette activité, on s'étonne et l'on admire. D'une complexion délicate, M. Milne Edwards, pendant des années, sans cesse en lutte avec la maladie, plusieurs fois paraissant sur le point de succomber, se relevait tout à coup comme si la pensée de l'étude l'eût ranimé. Il semblait que rien ne pût l'abattre; à sa faiblesse physique s'opposait une incomparable énergie, et cette énergie accroissait dans des proportions singulières les forces que la nature lui avait si parcimonieusement accordées. Tous ceux qui l'ont connu en restent frappés : M. Milne Edwards meurt à l'âge de près de quatre-vingt-cinq ans. Ce n'est assez ni pour la Science ni pour les grands corps savants ! Il en était une des lumières, il en était l'honneur !

» Au nom des Professeurs du Muséum d'Histoire naturelle, j'adresse le suprême adieu au savant vénéré, à l'illustre Naturaliste que j'ai toujours appelé mon Maître. »

Dernier adieu exprimé par M. Fremy,

DIRECTEUR DU MUSÉUM D'HISTOIRE NATURELLE.

« Messieurs,

» Les paroles autorisées et éloquentes qui viennent d'être prononcées font comprendre toute l'étendue de la perte qu'éprouve aujourd'hui le monde savant.

» Vous permettrez au Directeur du Muséum d'adresser un suprême adieu à celui qui, pendant cinquante années, a honoré notre Établissement national par des découvertes de premier ordre.

» Il laisse un grand nombre d'élèves qui sont aujourd'hui des Maîtres éminents, parmi lesquels je trouve avec émotion un fils, devenu notre confrère de l'Académie et qui soutient si dignement l'honneur d'un beau nom.

» Adieu donc, cher Confrère : vous avez élevé un monument scientifique qui ne périra pas.

» Nous citons, avec un juste orgueil, les noms des Savants illustres qui sont sortis du Muséum. Depuis longtemps nous vous avons placé sur cette liste d'honneur, à côté de nos plus grands Naturalistes français. »

Discours de M. de Lacaze-Duthiers,

AU NOM DE LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS.

« Messieurs,

» Depuis que la Faculté des Sciences a perdu l'homme illustre qui fut si longtemps son Doyen, depuis surtout que j'ai été désigné pour venir dire un dernier adieu à notre vénéré et regretté maître, les souvenirs de mes premières années d'études se présentent en foule à mon esprit, et, malgré mon désir de les éloigner, un rapprochement s'impose que je ne puis écarter.

» Lorsque, tout jeune, j'arrivais du fond de la province à Paris, dans les premières années qui suivirent 1840, la curiosité me poussait d'un amphithéâtre à l'autre, ne fût-ce que pour voir et pour connaître ceux dont les livres avaient servi à mes premières études. A cette époque, l'enseignement des Facultés de la Sorbonne brillait d'un éclat sans égal. Dumas, de Blainville, Milne Edwards, pour ne citer que des noms d'hommes de Science, appelaient autour de leur chaire des auditeurs nombreux et enthousiastes.

» Je n'oublierai jamais l'impression profonde que firent sur moi la vue et l'enseignement de nos deux grands naturalistes ! La fougue du langage, l'originalité des vues théoriques subjuguaient chez Blainville ; chez M. Milne Edwards, au contraire, ses entretiens, comme il aimait à appeler ses savantes Leçons, étaient calmes et remplis de faits intéressants et instructifs. Se plaçant toujours au point de vue pratique, éloignant les théories et les interprétations hasardées, mon ancien Maître nous charmait par la simplicité et l'originalité de sa diction, par la précision de ses descriptions, par les détails attachants qu'il nous donnait sur les animaux inférieurs, qu'il connaissait si bien et qu'on ne voyait guère alors.

» Qui ne se rappelle parmi nous d'avoir vu M. Milne Edwards, avec un art consommé s'aidant de son habile crayon, reproduire au tableau, en quelques traits saillants, avec une facilité merveilleuse et une vérité étonnante, les animaux dont il parlait! En le voyant dessiner, en l'entendant parler, on devinait qu'il avait vu, qu'il avait admiré ces êtres inférieurs dont on s'occupait encore assez peu et dont l'étude nous apparaissait effrayante, tant elle nous semblait hérissée de difficultés !

» Après chacune de ces Leçons, on se sentait aimer davantage les Sciences naturelles, et le désir de voir les choses dont l'histoire venait d'être faite aiguillonnait vivement la curiosité.

» C'est que M. Milne Edwards savait rendre aimable l'étude des animaux inférieurs, fort délaissée avant lui.

» C'est ainsi que, dans les amphithéâtres de la Sorbonne, en écoutant un tel Maître, j'ai appris à aimer la Zoologie.

» Combien de fois, en sortant de ces Leçons si nourries et par cela même si instructives, dans les petits groupes d'auditeurs qui se formaient dans la cour de la Sorbonne, ne nous sommes-nous pas répété, après une description pleine d'attrait de quelques animaux marins qu'on ne voyait alors nulle part, combien de fois ne nous sommes-nous pas dit : « La mer doit être bien belle à étudier avec son monde si varié et si » curieux ! » Aussi plus d'un alors brûlait secrètement du désir de faire des voyages d'observation.

» Et aujourd'hui, poursuivi par ces souvenirs de mes jeunes années, que réveillent les tristes circonstances qui nous réunissent, c'est moi, moi l'ancien auditeur et élève, le simple préparateur du grand Naturaliste, qui ai l'honneur, bien grand sans doute, mais aussi bien douloureux, de venir, au nom de la Faculté des Sciences de Paris, dire un dernier adieu au Maître vénéré.

» Ce rapprochement m'a poursuivi jusqu'au bord de cette tombe ; je n'ai pas pu l'écarter, espérant d'ailleurs que vous y verrez comment avait pu naître l'admiration profonde de l'un de vous pour celui que nous perdons ; comment bien d'autres sans doute ont été conduits de même à subir l'influence si grande et si légitime de notre illustre Doyen !

» Sans doute la précision et les qualités toutes particulières du long professorat de M. Milne Edwards pouvaient expliquer son influence incontestée sur la marche et les progrès de la Zoologie; mais une autre cause me paraît avoir aussi puissamment concouru à produire ce résultat. Il n'aimait pas la nature morte, il n'aimait pas surtout de n'avoir pas sous la main les preuves matérielles de ce qu'il devait enseigner. Il voulait voir la nature vivante et sur place, si l'on peut ainsi parler. Ce qu'il voulait pour lui, il le voulait aussi pour ses élèves. Il aimait, en un mot, les démonstrations sur les choses mêmes, et c'est incontestablement cela qui donnait à son enseignement un si grand attrait, une si grande valeur et une si grande autorité.

» Il avait compris que les travaux de Cuvier, qui, au commencement du siècle, modifièrent profondément la Zoologie, n'avaient dû leur renommée qu'aux conditions où ils avaient été faits. Aussi, il n'en faut pas douter, les premiers voyages d'Audouin et de Milne Edwards, suivis de la description des côtes de France, et qui sont à jamais célèbres parce qu'ils ont ouvert une voie nouvelle, ont eu pour première cause l'exemple donné par Cuvier, dont les mémorables études sur les Mollusques furent faites sur les lieux mêmes où vivaient les animaux.

» L'origine des voyages aux bords de la mer pour y faire des études est à l'état de germe dans les conditions forcées que subissait Cuvier; Milne Edwards développa l'idée, fit des adeptes et devint ce chef d'école dont l'autorité incontestée entraîna de tous côtés les naturalistes à chercher par eux-mêmes et à se transporter là où vivaient les animaux pour les mieux étudier et les mieux connaître.

» Nous pouvons, nous devons revendiquer hautement pour M. Milne Edwards la priorité de cette impulsion heureuse qu'il donna à l'étude de la Zoologie marine, et, s'il fit de nombreux prosélytes, c'est, disons-le aussi, parce qu'il donna toujours l'exemple. Nous avons tous présent à la mémoire le voyage qu'il fit en Sicile accompagné par MM. de Quatrefages et Blanchard, alors qu'il occupait les positions les plus élevées, les plus enviées, et qu'il n'avait plus rien à désirer. Lui, professeur au Muséum, à la Sorbonne, membre de l'Institut, allait loin de sa famille, loin de ses chaires, étudier des questions d'Embryogénie en se faisant descendre au fond de la mer, dans des appareils de plongeur bien incomplets alors, et dont l'emploi n'était pas exempt de danger.

» Doit-on s'étonner, après cela, de l'intérêt qui s'attachait à son enseignement quand il nous faisait assister, pour ainsi dire, chaque jour à ses observations et à ses découvertes nouvelles?

» Il aimait, ai-je dit, que les élèves vissent par eux-mêmes les choses dont il parlait; pour tout dire, en un mot, il aimait les démonstrations. Sans aucun doute, il en est parmi vous qui ont souvenir de la fin de presque toutes ses Leçons : il appelait son auditoire autour de lui, et là,

dans sa chaire, il se complaisait à montrer sur de magnifiques préparations qu'il faisait souvent lui-même les faits dont il venait de nous entretenir.

» C'est encore dans ces démonstrations familières qu'il faut rechercher non seulement la cause du succès de ses Cours, mais encore l'origine des épreuves pratiques qui font aujourd'hui partie de tous les examens supérieurs des Facultés. Il les avait longtemps réclamées; c'était naturel, puisqu'elles étaient la consécration de ses idées et de son enseignement.

» Cette innovation des épreuves pratiques eut la plus heureuse influence sur toutes les études scientifiques; elle a conduit forcément en effet au développement des laboratoires que réclama bien longtemps M. Milne Edwards, et auquel il travailla avec cette activité quelquefois fébrile que nous lui avons tous connue.

» Personne n'a oublié combien il aimait aussi à encourager les jeunes travailleurs. Il me souvient encore qu'il nous faisait apporter nos dessins dans ses soirées où il recevait avec tant d'affabilité. Là, à côté des hommes les plus célèbres, tels qu'Ehrenberg, exposant sur des microscopes ses collections d'Infusoires, le jeune naturaliste encore inconnu présentait ses premiers essais de recherches dont le sujet, le plus souvent, lui avait été indiqué par le Maître.

» Lorsque, en 1849, Dumas devint ministre, M. Milne Edwards lui succéda comme Doyen. Ce fut alors qu'il fit créer de petites places bien modestes de 300 francs à 400 francs, destinées à favoriser les recherches des jeunes gens. C'était bien peu de chose, et cependant c'était beaucoup à une époque où il fallait payer pour entrer dans la plupart des laboratoires, chose qu'a toujours désapprouvée vivement notre Doyen.

» Cette institution ne se maintint pas, mais elle contenait en germe l'institution des bourses d'études, qui aujourd'hui sont un bienfait véritable pour la jeunesse.

» Dans toutes les questions d'organisation ou d'amélioration qui se posaient, la première pensée de M. Milne Edwards était toujours dirigée vers le côté le plus libéral et le plus pratique, et si parfois ses élans de libéralisme restaient sans produire les effets qu'on en attendait, c'est que des circonstances particulières venaient en entraver ou en modifier le développement. Nous avons tous été témoins pendant son décanat d'une durée exceptionnelle, de 1849 à 1885, de l'activité prodigieuse, de la ténacité vraiment admirable qu'il employait à obtenir des concessions favorables aux progrès de la Science.

» Les locaux anciens devenaient-ils insuffisants pour les besoins des services nouveaux créés par l'administration, on le voyait, malgré son grand âge, aller avec les architectes dans les bâtiments de ce reste du vieux Paris qui longe la rue Saint-Jacques, à la découverte des emplacements nécessaires. Il fatiguait dans ces courses, on peut le dire, les plus jeunes d'entre nous qu'il avait appelés.

» S'agissait-il des plans de la nouvelle Sorbonne, il réunissait successivement les différents professeurs et discutait avec eux les dispositions indiquées, jugeant et résolvant presque toujours les questions les plus difficiles, tenant toujours très haut les prérogatives et les traditions utiles à la Science.

» Tout cela s'expliquait pour qui avait longtemps vécu auprès de M. Milne Edwards ; on reconnaissait bien vite, en effet, qu'il aimait beaucoup la Faculté des sciences et son enseignement. Je lui ai souvent entendu répéter, lorsque j'avais l'honneur d'être son préparateur à la Sorbonne : *C'est ici qu'est mon enseignement véritable*, et, en fait, on peut dire qu'il a prolongé volontairement son professorat exceptionnellement long, car il n'aimait pas à se faire suppléer, et il ne l'a été que bien rarement lorsque des missions, rares aussi, le forcèrent à s'éloigner de Paris.

» Administrateur consommé, il répondait à toutes les exigences d'un service très lourd, et ses rapports nombreux, toujours fort habilement conçus et rédigés, lui avaient donné une grande autorité au ministère de l'Instruction publique, où on le consulta bien longtemps dans toutes les questions universitaires graves et importantes.

» D'autres vous ont dit ou vous diront encore ce que furent ses publications, ses découvertes, ses recherches sans nombre. Je n'ai voulu envisager cette carrière si bien remplie qu'au point de vue de notre Faculté, qu'il dirigea pendant près de trente-cinq ans avec un dévouement sans bornes.

» Mais si j'ai montré toute son activité et son dévouement à la Sorbonne, on sentira combien sa puissance de travail était grande, en songeant qu'il occupa successivement au Muséum deux des chaires les plus différentes, et que ses publications, toujours de la plus haute importance et des plus variées, ne cessèrent jamais, pas plus que ses fonctions administratives.

» Si mes souvenirs sont exacts, c'était l'anatomie comparée que M. Milne Edwards eût professée avec le plus de satisfaction au Muséum, mais des circonstances se rencontrèrent pour en décider autrement.

» Lorsque la chaire d'anatomie comparée devint vacante à la mort de Duvernoy, notre Doyen était dans toute la force de l'âge et il jouissait comme naturaliste d'une renommée universelle. J'étais alors à l'étranger, et un savant bien connu me disait très naturellement et sans avoir de doute : « C'est M. Milne Edwards qui va maintenant occuper la plus belle chaire de Paris, la chaire illustrée par Cuvier. C'est à lui que revient la place, il est désigné d'avance en Europe », et, comme je répondais négativement : « C'est un malheur pour la Science », me dit mon savant ami.

» Un tel mot se passe de tout commentaire, car il montre en quelle estime était tenu le savant français.

» J'avouerai cependant que la Faculté des Sciences n'a pas eu à regretter cette circonstance. C'est en effet chez nous, à la Sorbonne, qu'ont été faites ces belles leçons d'Anatomie et de Physiologie comparées, qui, publiées par M. Milne Edwards, resteront comme un monument de la science française et comme un modèle de l'enseignement classique de notre Faculté.

» Permettez-moi, Messieurs, de ne pas vous entretenir plus longuement des travaux scientifiques que notre illustre Doyen publia, on pourrait presque dire depuis le commencement du siècle, sur toutes les branches de la Zoologie.

» Pourquoi prolonger les conditions pénibles et douloureuses qui nous réunissent? La renommée de notre grand Zoologiste fut telle que nous n'y ajouterions rien. Son nom restera inscrit parmi ceux des Naturalistes les plus illustres. Sa position scientifique dans le monde entier fut si considérable que, nous devons le proclamer aujourd'hui, jamais perte ne fut plus grande pour la Faculté et pour les Sciences naturelles.

» Le vide que laissera parmi nous celui qui dirigea pendant trente-cinq ans nos réunions et nos travaux se fera sentir bien longtemps encore.

» Nul ne fut plus longtemps Doyen que M. Milne Edwards, nul parmi nous n'aurait songé à le remplacer, et lorsque, dans la pensée de l'Administration, l'élection du *primus inter pares* des Facultés semblait être arrêtée, pas un seul de nous n'eût voulu accepter une voix. Il n'y aurait pas eu d'élection à la Faculté des Sciences de Paris. M. Milne Edwards eût été acclamé Doyen.

» Je m'arrête, Messieurs; les éloges sont superflus devant un nom célèbre entre tous, qui s'imposait déjà du vivant de celui qui le portait si glorieusement et qui s'imposera de même aux générations futures.

» Au nom de mes collègues j'adresse un dernier adieu à notre Maître regretté, et, au moment solennel où sa dépouille va disparaître pour toujours, je dépose respectueusement au bord de sa tombe l'expression de la vénération profonde, de la reconnaissance et de l'admiration qu'avait la Faculté des Sciences de Paris pour son Doyen regretté Henri-Milne Edwards. »

Discours de M. Louis Passy,

AU NOM DE LA SOCIÉTÉ NATIONALE D'AGRICULTURE DE FRANCE.

« Messieurs,

» Milne Edwards était Français; c'était un bon Français, c'était un grand Français. Voilà les premières paroles et les derniers hommages

que la Société nationale d'Agriculture de France vient aujourd'hui déposer sur sa tombe.

» A lire son nom, à voir sa physionomie, d'ailleurs fine et originale, à entendre ce léger accent qui s'alliait pourtant à une correction parfaite de langage, on devinait qu'il était de race étrangère ; mais, si sa famille était anglaise, il était né à Bruges, pendant que Bruges faisait partie de la France, et quand vint l'âge des résolutions viriles qui fut le moment du démembrement de la France impériale, son père l'installa à Paris, et du même pas il entra dans la grande famille des citoyens et dans la grande famille des savants français, qui l'adoptèrent pour sa gloire et la nôtre.

» Deux occasions marquèrent sa reconnaissance. Avant 1830, la Belgique faillit nous l'enlever par des propositions séduisantes. Milne Edwards n'écouta rien. Il se sentait de l'Académie des Sciences avant d'y être nommé. Quelque temps après, le choléra de 1832 porta dans Paris la terreur et la mort. Audouin, son ami, se rappelle qu'il est médecin. Il court auprès des malades et reçoit de la Ville de Paris une médaille portant cette inscription : « Générosité et dévouement ». En racontant cette histoire dans l'éloge d'Audouin, Milne Edwards oubliait que cette histoire était la sienne. Il tint la même conduite, courut les mêmes périls, et reçut la même récompense. Le dévouement à la Science se confondait en lui avec le dévouement à la Patrie.

» Trente-huit ans après, Paris était assiégé, Milne Edwards avait soixante-dix ans. Cédant à une ardeur juvénile, il enrégimenta, avec son confrère Delaunay, les employés du Muséum et les mena tous les jours, pendant plus de six semaines, travailler au fort de Bicêtre, sous les ordres de l'amiral La Roncière Le Noury. Il créa une ambulance dans son laboratoire et ne négligea rien pour donner, dans cette crise à jamais douloureuse, les preuves de son patriotisme.

» La Société nationale d'Agriculture, qui représente, à proprement parler, le sol de la patrie, la terre de France à ce moment envahie et dévastée par des armées étrangères, la Société tient à rappeler ces nobles souvenirs et à répéter que Milne Edwards était un Français, un bon Français, un grand Français.

» Toutes les qualités de son esprit éclatèrent dès ses premiers travaux. On raconte que Milne Edwards, comme Cuvier, s'était révélé à lui-même en lisant Buffon, et qu'il avait, dès l'âge de quinze ans, essayé de faire une analyse scientifique des œuvres de ce grand Naturaliste. S'il choisit Buffon comme modèle, on ne s'étonnera plus de la clarté qui règne dans ses ouvrages. D'autres loueront l'habileté, la sincérité, la pénétration avec lesquelles le savant, pour découvrir les phénomènes de la vie, combina les observations anatomiques sur la nature des organes à l'aide desquels ces phénomènes s'accomplissent, les expériences des

vivisecteurs et l'application de la Chimie à l'étude des organismes en mouvement; mais ces procédés, qui relèvent de la Science pure, ne peignent pas dans le naturel le génie de l'homme. Buffon, auquel il faut revenir, disait: « Le style, c'est l'homme même », et c'est dans le style que Milne Edwards apparaît avec des qualités d'artiste et de savant. Le savant choisissait les faits, l'artiste choisissait les mots, et si l'on passe des premiers *Éléments de Zoologie*, qui furent comme un jet de lumière, aux dernières *Leçons d'Anatomie et de Physiologie comparées*, qui sont la lumière elle-même, on verra qu'un ordre supérieur régnait dans cette intelligence où vint se refléter comme dans un miroir l'ordre de la nature.

» Milne Edwards commença ses études par la Médecine, qui le conduisit au laboratoire des anatomistes, l'Anatomie et la Zoologie, à l'étude de toutes les Sciences naturelles, dont il se rendit maître. C'était le moment où trois jeunes gens de vingt-cinq ans, Audouin, Brongniart et Dumas, fondaient le célèbre recueil des *Annales des Sciences naturelles*. Ils entendaient par de nouveaux exemples prouver que toutes les parties de l'histoire de la nature se lient et s'enchaînent, que toutes les Sciences naturelles s'expliquent et se dévoilent par la comparaison de leurs principes et qu'enfin la même force irrésistible et invisible préside à toutes les opérations par lesquelles les corps organisés s'assimilent les particules de la matière.

» Cette pensée de l'association constante et même nécessaire de toutes les sciences, pour arriver à déterminer d'une manière scientifique les phénomènes de la nature et de la vie, avait saisi Milne Edwards comme ses camarades d'étude, et devait dominer son œuvre tout entière. C'est elle qui, après l'avoir installé en maître dans l'étude du Règne animal, le conduisit à l'étude du Règne végétal et même à l'étude de l'Agriculture, qu'il traversa rapidement.

« Pendant longtemps, a dit Milne Edwards, l'Agriculture, comme la Médecine, n'a dû ses progrès qu'à elle-même ; mais, de nos jours, elle demande d'utiles lumières à toutes les sciences dont la Médecine s'était plus anciennement entourée, et, sans cesser d'être fidèle au culte de l'expérience, elle ne reste indifférente ni aux conquêtes de la Chimie ni aux découvertes des Naturalistes. »

» Sous cette déclaration, qui ouvre l'éloge d'Audouin, se cache un aveu délicat. Milne Edwards reconnaît qu'il a pris pied sur le terrain de l'Agriculture, sous les auspices de la Chimie représentée par son ami Dumas, et de l'Histoire naturelle représentée par Audouin et Brongniart. Au point de vue de la Société nationale d'Agriculture, tous les travaux de Milne Edwards semblent accompagner les travaux plus spéciaux de nos illustres confrères, et donnent une preuve irrécusable

de la communauté de leurs vues scientifiques et des liens indissolubles qui unirent toute leur vie Milne Edwards au fils et aux deux gendres d'Alexandre Brongniart.

» L'histoire de l'amitié de Milne Edwards et d'Audouin appartient à la Science ; mais Milne Edwards a permis à la Société nationale d'Agriculture de s'en emparer.

» Milne Edwards n'entra dans notre Compagnie qu'en 1849, et son premier soin fut de composer l'éloge d'Audouin, qui était mort depuis huit ans. Il a laissé dans cette Notice une grande partie de lui-même. Il y a décrit ses propres travaux et les origines de ses célèbres recherches sur l'anatomie et la physiologie des Crustacés, des Zoophytes, des Mollusques et des Annélides.

« Pendant dix ans, a dit Milne Edwards, nos études nous rapprochaient sans cesse, et en vous racontant la vie d'Audouin, je suis obligé de vous parler de moi-même. En effet, les projets de recherches formaient souvent les sujets de nos entretiens et nous ne tardâmes pas à nous associer dans tous nos travaux. »

» Rien n'est plus touchant que le récit de ces heureux jours où, travaillant ensemble dans les rochers, sur les bords de la mer, l'avenir leur semblait devoir être long.

« Et chacun de nous avait à ses côtés, dit Milne Edwards, une compagne douce et dévouée, qui, habile à manier le pinceau, nous aidait à fixer l'image des objets dont l'histoire nous occupait. Nous nous disions souvent que des amitiés cimentées de la sorte feraient le charme de nos vieux jours, mais la mort est venue briser tous nos liens. »

» Comme si le souvenir d'Audouin était toujours présent à son esprit, Milne Edwards reprit successivement dans nos réunions les questions traitées par son ami, et les bulletins de nos séances sont remplis de fines observations sur tous les insectes qui attaquent les céréales, la betterave, la pomme de terre, la vigne, les arbres fruitiers et résineux et les bois abattus. Ainsi Milne Edwards ne se lassa jamais de creuser de plus en plus l'étude des faits qui l'avaient frappé dans sa jeunesse, mais il me semble qu'il mit une sorte de piété à faire valoir et à continuer le rôle qu'Audouin avait pris au milieu de nous pour l'honneur de l'Entomologie agricole.

» Quand Audouin mourut, en 1841, Milne Edwards se rapprocha davantage de Brongniart, le beau-frère de son ami et son ami lui-même. Brongniart, par la précocité de ses travaux, par une dignité naturelle qui l'empêcha toujours de paraître trop jeune, et par l'avantage du grand nom qu'il portait, avait pris le pas sur ses camarades, et le premier, une place à l'Académie des Sciences. C'était lui qui avait, en 1825, vérita-

blement fondé les *Annales des Sciences naturelles*, et qui, en 1834, à la retraite de Dumas, en prit la direction avec Audouin et Milne Edwards. C'était lui qui, en 1838, devait donner le coup de main de l'amitié à Audouin et à Milne Edwards pour les faire entrer tous les deux, la même année, à l'Académie des Sciences, l'un à la place de Latreille, l'autre à la place de Frédéric Cuvier. Il est très possible qu'un Mémoire de Milne Edwards, touchant « l'influence de la température sur la germination », Mémoire qui devait être suivi de plusieurs autres, ait été inspiré par le désir de lutter avec les Mémoires classiques de Brongniart sur les développements de l'embryon végétal et des recherches sur la structure et les fonctions des feuilles; mais Milne Edwards, qui poursuivit partout la recherche des phénomènes de la vie, n'entrait dans la Physiologie végétale que pour y trouver des vues d'ensemble et ne devait pas s'attarder à des expériences spéciales et à des recherches particulières.

» Il faut encore une fois reprendre l'éloge d'Audouin et écouter Milne Edwards lui-même :

« La Science, dit-il, comme la Littérature, a une poésie dont le langage charme et élève notre intelligence; mais les généralisateurs, qui sont les poètes de la Science, ne peuvent frapper juste qu'en s'appuyant sur l'observation ou sur l'expérience. L'erreur est le partage assuré de ceux qui veulent inventer au lieu d'étudier, et il ne saurait en être autrement, car, pour deviner les lois de la nature sans les avoir lues dans les œuvres de la Création, il faudrait que les idées enfantées par notre imagination fussent grandes et belles à l'égal des conceptions du Créateur. »

» En rappelant ces belles paroles, on ne peut s'empêcher de songer aux sentiments si souvent exprimés et aux conclusions si souvent formulées au nom de la Science, par le troisième compagnon de Milne Edwards, par un autre de nos Confrères, par Dumas. Suivre Dumas et Milne Edwards dans une intimité de plus de cinquante ans est une tâche impossible; mais dans ce moment où le souvenir des amitiés est plus précieux pour ceux qui nous écoutent et pleurent que l'énumération des plus célèbres travaux, peut-on oublier ces traits charmants, qui montrent une fois de plus quelle force nouvelle la Science trouve dans l'échange des amitiés? Un jour Milne Edwards eut la bonne fortune de céder à son ami Dumas un Mémoire dont ce dernier avait un pressant besoin, et que Dumas lui fit l'honneur de signer tout seul. En revanche, bien des années après, ils commencèrent ensemble un grand rapport que le gouvernement de 1830 leur avait demandé « sur la législation et la consommation du sel en Angleterre », et cette fois Milne Edwards présenta à Dumas, devenu Ministre du Commerce et de l'Agriculture, leur travail commun, et il signa tout seul. C'est ainsi qu'un demi-siècle se passa, au milieu duquel ils unirent un jour leurs enfants pour ne plus former qu'une famille.

» Milne Edwards avait quatre-vingt-un ans lorsqu'il termina son grand ouvrage sur l'Anatomie et la Physiologie comparées, auquel des maîtres ont prédit l'admiration de la postérité. En souvenir de cet événement scientifique une médaille d'honneur fut offerte à Milne Edwards, au nom des savants de tous les pays. Il était dans son salon entouré des membres de sa famille, lorsque trois Membres de l'Académie des Sciences, Membres en même temps de notre Société d'Agriculture, se présentèrent pour offrir au doyen des Physiologistes l'hommage du monde savant. Deux témoins de cette scène mémorable, MM. Blanchard et de Quatrefages, sont présents et viennent de dire tout ce que leur esprit et leur cœur pouvaient seuls nous révéler. Un troisième n'est plus là. Vous avez nommé Dumas. Dans l'impuissance où je suis de parler dignement en son nom et après de tels maîtres, je veux que le président de notre Société d'Agriculture, que Dumas rende un dernier hommage au confrère que nous avons perdu. Oui, je veux que Dumas lui-même se lève et qu'en ce jour de deuil il fasse entendre sa voix solennelle et grave, comme il la fit entendre en un jour de fête affectueuse et bonne, pour mettre le comble aux éloges décernés à Milne Edwards par nos chers confrères Blanchard et de Quatrefages.

« Oui, répétera Dumas, dans ce Jardin des Plantes, sur lequel tant de générations, par les efforts du génie, ont appelé la vénération de tous les esprits élevés, l'Académie voit en vous le gardien de leurs nobles traditions et le représentant le plus autorisé de la Science française.

» Avec la passion du vrai, la hardiesse d'un esprit ferme et la prudence d'un esprit sage, vous avez tracé le tableau complet de la vie, sous tous ses aspects, en anatomiste consommé, en physiologiste pénétrant, en physicien ou en chimiste exercé. Avec vous la Physiologie, dans son acception la plus haute et la plus large, a pénétré pour toujours dans l'étude et la classification des êtres.

» Vous avez eu, mon cher ami, le rare bonheur de commencer jeune, de poursuivre en votre maturité et de terminer dans la plénitude de vos forces un Ouvrage qui restera comme un monument.

» Vous avez eu un bonheur plus rare encore : vous avez vu s'élever auprès de vous, se former de vos leçons, s'inspirer de votre exemple et marcher sur vos traces, un fils digne de vous, un confrère prêt à construire à son tour le monument qui couronnera sa vie, digne de continuer celui que vous léguez à la postérité, un émule enfin qui n'oubliera jamais le spectacle touchant dont il vient d'être le témoin. »

» Dumas a parlé : la Société nationale d'Agriculture peut encore exprimer sa douleur. Je ne peux plus ajouter un mot. »

DESCRIPTION D'UN ISOPODE NOUVEAU

LE

JŒROPSIS BREVICORNIS

PAR LE Dr R. KŒHLER

Le Crustacé qui fait l'objet de cette note provient des grottes du Gouliot, dans l'île de Sark, que j'ai déjà eu l'occasion de citer comme une station très remarquable par l'abondance et la variété des animaux qui se sont fixés sur leurs parois. Il vit au milieu des Éponges et des Ascidies simples, dont certaines espèces sont répandues dans les grottes avec une profusion réellement étonnante. Je citerai parmi les Éponges que j'ai déjà déterminées les espèces suivantes : *Leuconia nivea* Grant, *Leucosolenia contorta* Bow., *Leucogypsia Gossei* Bow., *Grantia compressa* Flem., *Sycon ciliatum* Hoeck, et *tessellatum* Bow. et enfin l'Éponge voisine du *Caminus osculosus* Grube, que j'ai récemment décrite dans la Bibliothèque des Hautes Études. Parmi les Ascidies simples je mentionnerai : *Ascidiella cristata* Risso, et *scabra* Müll., *Cynthia rustica* Müll., *Ascidia producta* Hanck, *Molgula arenosa* Ald. et Hanck.

Ces échantillons, conservés dans des bocaux pleins d'eau de mer, laissèrent échapper bientôt une grande quantité de Vers et de Crustacés : c'est ainsi que j'ai pu recueillir, pour ne citer que les Crustacés Edriophtalmes, les espèces suivantes : *Aora gracilis* Sp. Bate, *Microdeutopus Websterii* Sp. Bate, *Exonguia stillipes* Nordm., *Podocerus falcatus* Sp. Bate, *Montagua monoculoides* Sp. Bate, et *marina* Sp. Bate, *Caprella hystrix* Kröyer, *Leptochelia Edwardsii* Kröyer, *Paratanais forcipatus* Lilljb., *Anceus maxillaris* Mont., *Jœra Nordmanni* Ratkhe, et enfin un autre Isopode qu'il ne me fut pas possible de déterminer, et dont je recueillis un certain nombre de spéci-

mens, me promettant de les étudier à mon retour en France. Comme je n'ai pu le rapprocher d'aucune espèce connue, j'ai tout lieu de supposer qu'il s'agit bien réellement d'un type nouveau; j'en donnerai donc une description succincte, laquelle pourra d'ailleurs être très brève et ne sera qu'une explication un peu détaillée de la planche qui accompagne cette Note.

Les caractères que présente cet Isopode doivent le faire ranger dans l'ordre des Asellides, où il occupe une place très voisine du *Jæra*, dont il s'éloigne cependant par des différences importantes et dont la plus saillante réside évidemment dans la forme des antennes. Je reviendrai plus loin sur ses affinités et je dirai de suite que pour rappeler d'une part ses relations avec le genre *Jæra* et d'autre part la brièveté de ses antennes, je propose de l'appeler *Jæropsis brevicornis*.

La longueur du corps du *Jæropsis brevicornis* varie entre deux millimètres et deux millimètres et demi; la largeur est de trois quarts de millimètre environ. Les sept anneaux thoraciques sont très distincts et sont séparés les uns des autres sur les côtés par des intervalles assez larges. La tête et l'abdomen sont également réunis au premier et au dernier anneau thoracique par des portions plus rétrécies (fig. 1).

Le corps est légèrement fusiforme; les deuxième et troisième anneaux sont les plus larges, puis la largeur décroît régulièrement depuis le troisième anneau jusqu'à l'abdomen; elle décroît à peu près dans la même mesure depuis le deuxième anneau jusqu'à la tête, de telle sorte que celle-ci est plus large que l'abdomen.

La face dorsale est peu bombée, presque plane, les anneaux étant seulement un peu recourbés sur les bords. Les téguments sont incolores, sauf au niveau de la tête, qui présente une large tache brune qui occupe la plus grande partie de sa face dorsale.

Cette disposition est due à l'existence, dans les téguments de cette région de la tête, de cellules pigmentaires très développées et dont les prolongements ramifiés offrent, dans leur

ensemble, l'apparence qui est représentée sur la figure. Ces cellules à pigment ne se rencontrent dans aucun autre point des téguments, qui sont partout transparents.

La tête est large, quadrilatère, terminée en avant par un lobe proéminent qui s'avance entre les deux paires d'antennes. Elle porte les yeux, qui sont petits et se trouvent situés à la limite de la tache de pigment que nous avons vu recouvrir la face dorsale de la tête.

Les anneaux thoraciques ne présentent rien de particulier : les bords sont quelquefois irréguliers, mais ils ne portent jamais de dentelures.

L'abdomen a la forme d'un bouclier, qui se rétrécit et s'arrondit graduellement en arrière; il est légèrement bombé et il porte sur ses bords de nombreux poils. On remarque à son extrémité la dernière paire de fausses pattes abdominales, qui le débordent légèrement en dessous, sous forme de deux petites lamelles supportant chacune deux protubérances inégales, lesquelles sont terminées par une touffe de longs poils (fig. 1 et 7).

Les antennes inférieures ont une forme particulière (fig. 3) et tout à fait caractéristique. Leur pédoncule est composé de quatre articles, dont le premier est très court. Le deuxième, qui est plus long, est très large, aussi large que long, et renflé sur son bord externe. C'est en grande partie à l'élargissement de cet article que les antennes inférieures doivent leur aspect tout spécial. Il porte de petits poils raides. Le troisième article est à peu près triangulaire : il vient se loger comme un coin entre le deuxième et le quatrième article, et ces trois articles sont disposés, les uns par rapport aux autres, de telle sorte que leur ensemble prenne la forme d'un angle droit. Ce troisième article offre quelques poils sur son bord externe et de plus deux ou trois de ces soies particulières qui portent dans leur moitié supérieure une série de poils recourbés, s'en détachant comme les barbes d'une plume, et qu'on considère comme des soies sensitives. Le quatrième article est ovale, allongé; il porte sur son bord antérieur une série de faisceaux

de poils régulièrement espacés. Le flagellum de cette antenne est très court; il est composé de sept ou huit anneaux, qui vont en décroissant rapidement de grosseur à partir du premier. Les trois ou quatre premiers articles présentent sur leur bord antérieur chacun un faisceau de poils, et les derniers articles portent également plusieurs poils allongés, dont l'ensemble forme un pinceau qui termine l'antenne.

Les antennes supérieures sont composées de cinq articles et n'ont pas de flagellum, à moins que l'on considère le pédoncule comme étant formé par un seul article et les quatre autres articles comme constituant un flagellum (fig. 2). Le premier article est gros et large : il a la forme d'un rectangle excavé sur son bord supérieur et supportant, par son bord interne, une lame mince et transparente, qui fait corps avec lui et qui est garnie de cinq ou six dents très développées. Les quatre articles terminaux sont beaucoup plus étroits et plus courts que le premier; ils présentent quelques poils. Le deuxième article de l'antenne représentée sur la figure, porte aussi deux poils penniformes sensitifs qui peuvent se trouver aussi, en nombre variable, sur les autres articles. Le dernier article offre plusieurs longs poils et deux bâtonnets allongés à protoplasma granuleux, qui ont aussi été considérés comme des organes de sens.

Les bâtonnets et les poils de différente nature que portent les antennes sont évidemment destinés à percevoir des sensations, mais il paraît assez difficile d'assigner à chacun ses véritables fonctions. Les bâtonnets qui terminent l'antenne supérieure du *Jæropsis*, ont une structure identique à celle des bâtonnets décrits, entre autres, par Bellonci chez le Sphérome. Ils offrent une région basilaire cylindrique, une portion médiane très longue et remplie par du protoplasma granuleux au milieu duquel on distingue quelques fibrilles, et qui se rétrécit assez brusquement vers son extrémité, où elle porte un petit poil terminé par une extrémité arrondie. Ces bâtonnets sont considérés comme des organes d'olfaction. Quant aux poils de la deuxième espèce, qu'on peut appeler penniformes,

ils ont été considérés comme des poils auditifs. On les rencontre en général sur les articles de l'antenne supérieure, comme les précédents. J'ai fait remarquer plus haut que chez le *Jœropsis*, on en rencontrait aussi sur le pédoncule de l'antenne inférieure. Quant aux autres poils, qui n'ont pas de forme particulière, on les regarde comme des organes de tact.

Les pattes ne présentent rien de particulier : elles ressemblent à celles que portent les *Jœra* et les genres voisins; leur longueur est à peu près égale à la largeur du corps. La figure que j'en donne (fig. 8) me dispense de les décrire en détail. Le troisième article affecte toujours une forme un peu différente de celle des autres; le dernier article porte deux grosses griffes et quelques autres plus petites. Elles présentent, outre un certain nombre de poils simples, quelques poils penniformes analogues à ceux qu'on regarde comme auditifs quand on les observe sur les antennes.

Les appendices abdominaux de la sixième paire sont très petits et en partie cachés sous l'abdomen, qu'ils ne dépassent en dessous que par une faible partie de leur longueur (fig. 7). Chacun d'eux est formé d'une petite lamelle offrant sur son bord postérieur une échancrure asymétrique, dans laquelle s'articulent deux petits articles arrondis, de grosseur différente et munis de longs poils sur les bords. La portion externe de la lamelle basilaire, qui n'est pas intéressée par l'échancrure, forme un petit lobe terminé par quelques poils courts, et présente sur son bord extérieur une série de denticulations.

Les mandibules (fig. 4) sont fortes et présentent deux parties distinctes : l'une plus amincie dont le bord interne porte une série de soies raides et une deuxième plus épaissie, très convexe, surmontant la première et terminée par cinq dents très fortes, coniques. Le palpe est à trois articles et l'article terminal, légèrement élargi à son extrémité, porte une garniture de poils raides.

Les mâchoires de la première paire (fig. 5) sont assez fortes, elles sont terminées par un rebord épaissi qui supporte une série d'appendices au nombre d'une douzaine à peu près. Ces

appendices, assez larges à la base, s'amincissent régulièrement jusqu'à l'extrémité, et présentent sur leur bord interne une double série très régulière de petites dents coniques très pointues.

Les mâchoires de la deuxième paire sont plus allongées et plus délicates que celles de la première paire. Chacune d'elles est terminée par trois lames rectangulaires, dont l'interne est plus petite, et les deux autres de même grandeur. Ces trois lames portent sur leur bord terminal de longues soies raides et pointues, larges à leur base, et offrant, sur presque toute leur longueur, de très fines denticulations à peine visibles. Ces soies sont au nombre de quatre sur les deux lames extérieures, et de trois seulement sur la lame la plus interne, qui porte en outre quelques poils fins. Des muscles très développés actionnent ces trois lames articulées par leur base avec le corps de la mâchoire.

Les caractères de notre Isopode, qui ressortent suffisamment, je crois, de ma description et de ma figure, ne permettent pas de conserver des doutes sur la place qu'il convient de lui assigner dans la classification. Il doit être rangé parmi les Asellides, et présente des affinités incontestables avec les individus du genre *Jæra*, dont il se rapproche par la forme du corps et par la disposition des pattes, mais surtout par l'état rudimentaire des appendices du sixième anneau abdominal, qui sont réduits à de petites lamelles, disposition qui ne se rencontre que chez les espèces des genres *Jæra* et *Jæridina*. Mais il s'écarte des *Jæra* par des caractères très importants : outre des différences dans la forme des pattes-mâchoires et des appendices abdominaux de la sixième paire, les antennes, et surtout les antennes inférieures, présentent une forme tout à fait particulière qui s'éloigne beaucoup de la forme habituelle aux *Jæra*.

En effet, chez ces derniers, les antennes inférieures sont toujours très longues, grêles, et terminées par un flagellum très développé, au lieu que dans l'espèce que je décris, elles sont très petites, formées d'articles courts et ramassés, disposés de

façon à leur donner la forme d'un angle droit, et terminés par un flagellum rudimentaire.

Ces différences sont, je crois, de quelque importance et de l'ordre de celles sur lesquelles on se base généralement pour établir un genre. Je pense que la création du genre *Jœropsis*, dont le nom indique les affinités avec les *Jœra*, est pleinement justifiée par la forme des antennes que j'ai tenu à rappeler en nommant l'unique espèce qui compose actuellement ce nouveau genre d'Isopodes.

EXPLICATION DE LA PLANCHE 1

Fig. 1. *Jœropsis brevicornis*, vu par la face dorsale. Gross. 40.
Fig. 2. Antenne supérieure. Gross. 135.
Fig. 3. Antenne inférieure. Gross. 135.
Fig. 4. Mandibule avec son palpe. Gross. 170.
Fig. 5. Première paire de mâchoires. Gross. 170.
Fig. 6. Deuxième paire de mâchoires. Gross. 170.
Fig. 7. Dernier appendice abdominal. Gross. 170.
Fig. 8. Une des pattes thoraciques (3e paire). Gross. 80.
Fig. 9. Abdomen vu par la face inférieure. Gross. 45.

COMPARAISONS

DES ORGANES DU VOL

DANS LA SÉRIE ANIMALE

Par M. le Dr P.-C. AMANS

INTRODUCTION

Me conformant au titre de ce travail, j'examinerai les principaux organes du vol dans la série animale; je tâcherai par la comparaison d'arriver à une machine type, réunissant les facteurs constants et nécessaires du vol, et dégagée de tous les autres appareils de la vie animale.

La machine à vol se compose de parties squelettiques et musculaires. On a voulu aussi faire jouer un grand rôle au système respiratoire, aux canaux aériens. L'importance de ce système a été fort contestée, et après mûre réflexion j'ai rejeté son étude de mon travail. L'appareil respiratoire offre dans la série animale une très grande variété, et pas une seule disposition jouant un rôle mécanique constant. Son importance est du même ordre que celle des systèmes nerveux, circulatoire, etc. : énorme pour la vie de la machine, secondaire pour sa constitution.

La durée de mon travail a été partagée en trois périodes. Dans la première j'ai disséqué et dessiné tous les ordres d'Insectes sans me préoccuper de ce qu'on avait pu écrire avant moi sur cette matière. Bien m'en a pris, car j'aurais été dès le début effrayé soit par l'abondance des matériaux, soit par les difficultés du sujet. J'aurais sûrement été influencé par l'autorité de mes prédécesseurs, et découragé par l'idée de ne pouvoir faire mieux. Qui sait même si j'aurais pu les comprendre à la simple lecture? La mécanique animale est une

question des plus ingrates de la Biologie, et qui réclamerait, pour être bien comprise, une somme de connaissances bien difficile à réaliser chez un seul homme. Chacun traite le problème avec ses connaissances spéciales, souvent au grand embarras du lecteur inexpérimenté. J'ai évité cet embarras en usant dès le début de la table rase.

Dans la seconde période, je me suis un peu formé la main aux manipulations de mécanique manuelle et de sculpture. Je laisserai de côté les opérations de mécanique manuelle, surtout destinées à la physiologie du vol et à la résistance de l'air, dont je n'ai pas à m'occuper pour le moment, du moins dans ce travail. Un mot seulement sur la sculpture. On sait de quelle utilité est le crayon pour l'anatomiste : la représentation sur un plan force l'observateur à bien préciser la forme et les contours apparents de sa pièce anatomique. Mais la représentation dans l'espace réclame une précision complète : le crayon se contente de deux dimensions ; l'ébauchoir en veut trois, et pour les avoir, soumet la patience de l'observateur à de terribles épreuves.

Ce n'est pas ici le lieu de raconter mes tribulations; on comprendra facilement que si jamais mon travail a été personnel, c'est en pareille matière : personne pour me guider ou me corriger. Le meilleur artiste du monde m'aurait été d'un piètre secours pour faire une Mouche. Je n'insiste pas sur l'importance de l'ébauchoir, soit pour l'instruction de l'observateur, soit pour la vulgarisation. Je lui dois pour ma part d'importantes corrections, et un supplément de détails qui m'avaient échappé en première analyse.

Dans la troisième période, j'ai abordé la bibliographie ; j'ai lu un grand nombre d'ouvrages ayant trait plus ou moins directement à la machine du vol. J'ai alors constaté que si certaines parties de mon travail étaient connues depuis longtemps, il en restait d'autres, heureusement, qui pouvaient passer pour originales. Cette lecture a provoqué de nouvelles dissections de ma part, et abouti finalement à cette rédaction.

La plupart des anatomistes se sont adressés à un seul type,

ou à un nombre restreint de types. Un seul a abordé le problème dans toute la série : c'est Chabrier. Mais ses analyses ne sont pas également soignées pour tous les ordres, et ses généralisations sont très incomplètes. Aucun n'a osé donner une nomenclature unique pour toutes les pièces de la machine des Insectes. Certains ont essayé des dénominations tirées de l'anatomie des Vertébrés ; je les ai impitoyablement rayées, et j'ai maintenu seulement celles qui avaient trait à la position, à la forme ou à la fonction. Il fallait aussi tenir compte de la priorité ; je n'ai jamais failli à cette règle de probité scientifique.

Je suis arrivé ainsi à établir une nomenclature unique et simple, surtout pour les osselets basilaires et les nervures des Insectes. Outre le désarroi jeté par la multiplicité des noms, j'ai constaté une certaine confusion et obscurité dans la description des articulations. L'arthrologie des Vertébrés laisse beaucoup à désirer ; celle des Insectes est à faire. J'ai essayé de classer les divers types d'articulations, en me basant sur la nature géométrique des surfaces articulaires, sur l'étendue et la consistance des ligaments. Je suis loin d'avoir épuisé ce dernier sujet : j'espère seulement avoir apporté plus de clarté dans la description.

J'ai enfin terminé mon travail par des considérations géométriques, qui pourraient servir de base à la construction d'une aile artificielle.

Je devais primitivement me borner aux Insectes, et j'estimais que la besogne était déjà bien rude. J'ai cru néanmoins devoir pousser plus loin mes dissections, et les étendre aux Vertébrés. J'ai surtout étudié des Chéiroptères et des Oiseaux ; j'aurais bien voulu étudier aussi des Poissons et des Reptiles volants, et d'autres encore, bien moins doués pour le vol ; il m'a été impossible d'en avoir un seul exemplaire. On critiquera moins cette lacune dans mon travail, si l'on considère le genre de vol de ces derniers types. Je puis en somme comparer les principaux organes du vol dans huit ordres d'Insectes et deux classes de Vertébrés.

Mon travail a été fait en partie à la Faculté des Sciences, au laboratoire de M. le professeur Sabatier. Avec un tel maître, on s'habitue de bonne heure à dompter les ennuis et les difficultés de la dissection. Nous ignorons pour notre part ce qu'est le découragement.

DES ORGANES DU VOL CHEZ LES INSECTES

Plan. — Cette étude comprend tous les ordres d'Insectes ; j'ai omis cependant les Strepsiptères, je n'ai pu m'en procurer un seul exemplaire. J'ai disséqué un grand nombre de genres dans chaque ordre ; mais fidèle à la méthode de Chabrier, je les ai groupés en général autour d'un seul type pour chaque ordre. C'est ainsi que j'ai choisi l'*Æschna* chez les Pseudo-Névroptères, la Panorpe chez les Névroptères, les *Meconema* et *Acridium* chez les Orthoptères, le Sirex et le Xylocope chez les Hyménoptères, la Cigale chez les Hémiptères, le *Saturnia* et le Sphinx chez les Lépidoptères, la Volucelle et la Tipule chez les Diptères, plusieurs types chez les Coléoptères.

Technique. — Les Insectes étaient conservés soit dans l'alcool à 90°, soit dans des liquides à base de glycérine et de potasse. Dans le premier cas, l'adhérence des muscles au point d'attache est si forte que l'on risque dans une traction un peu brusque, d'arracher l'un et l'autre. Dans le second, plus il y a de potasse, plus la dissociation est facile ; dans la proportion de 35 à 40 pour 100, on peut enlever le système musculaire couche par couche, sans endommager le squelette.

Les pièces, une fois préparées, sont conservées indéfiniment en les humectant avec un mélange de vinaigre et de glycérine. Les ligaments et les membranes conjonctives sont ainsi à l'abri de la dessiccation, et cela permet d'étudier les articulations à n'importe quel moment.

Les instruments de dissection ne sont pas de grand volume ; on le conçoit aisément si on songe, par exemple, à la désarti-

culation du sigmoïde chez un Culex. On peut emprunter à la boîte du chirurgien oculiste des instruments précieux.

Il y en a d'autres qu'on ne trouverait nulle part, et qu'il faut préparer soi-même. Pinces microscopiques, lancettes et crochets à pointe presque invisible, aiguilles et spatules en corne, poils de porc, etc., etc.

Les pièces sont manipulées sous un fort éclairage, assez simple du reste : une lentille plan-convexe est placée devant la flamme d'une lampe à pétrole; cette lentille en concentre les rayons sur un ballon sphérique rempli d'eau. C'est au foyer de ce ballon que je fais mes dissections, à l'air libre, quelquefois dans l'eau. J'examine à un fort grossissement de loupe; j'emploie souvent l'objectif n° 1 de Nachet, à cause de son petit volume, il est peu encombrant. Je le perche sur une tige en cire à modeler, qui me permet de lui donner toutes les directions possibles et me laisse les deux mains libres.

La cire à modeler joue un grand rôle à cause de son état cataleptique (1). Par un mélange de cire avec une plus ou moins grande quantité de térébenthine de Venise, de gutta-percha, de colophane, etc., j'obtiens des matières de consistances diverses pour fabriquer des bouchons, des cuvettes, des tables à dissection, des bassins à hydrotomie, des supports d'instruments à articulation universelle, etc.

Tel est, à peu près complet, l'outillage de l'entomotomiste. Il faut en outre, ai-je besoin de l'ajouter, une patience inaltérable et une sage lenteur.

Nomenclature. — On est effrayé de la multiplicité des noms qui ont été donnés aux mêmes pièces; il suffit de parcourir les Mémoires de Kirby, Knoch, Audouin, Jurine, Strauss, Mac-Lay, Latreille, Chabrier, pour voir l'origine de tant de confusions. Latreille commençait déjà à s'en plaindre

(1) Nous préparons la cire à modeler avec parties à peu près égales de cire jaune ou blanche et de térébenthine de Venise. L'addition de colophane ou de poix la rend dure, mais cassante; l'addition de gutta-percha la rend dure et souple en même temps.

en 1822, et il engageait (1) Audouin, Brongniard et Odier à respecter les dénominations déjà données par leurs prédécesseurs. Ceux qui sont venus après, ne pouvant les mettre d'accord, se sont vus obligés de mettre toutes les synonymies entre parenthèses, ou même de donner des désignations nouvelles.

Quelques constantes cependant se dégagent de ces désignations. Ainsi, on divise généralement la cage thoracique en trois segments : *prothorax*, *mésothorax* et *métathorax*, et chacun de ces segments en trois autres [un dorsal (*notum* ou *dorsum*), un latéral ou pariétal (*pleuron*) et un ventral (*sternum*)]. Nous maintiendrons ces dénominations et nous les ferons servir, même dans les subdivisions de chacun de ces trois derniers segments.

Quel que soit l'Insecte volant, il possède toujours une crête verticale, pariétale, servant d'appui à l'aile correspondante. C'est là une ligne de repère facile à retrouver dans toute la série; nous appellerons donc *antépleuron* le segment situé en avant de cette crête, et *postpleuron* le segment postérieur; la crête elle-même, située à l'intérieur de la cage, portera le nom d'*entopleuron*. Tout Insecte a une paire d'ouvertures pédieuses situées sur le plancher sternal, et dont l'extrémité externe correspond à la base de la crête entopleurale; nous appellerons *antésternum* la partie du sternum située en avant des ouvertures pédieuses, et *poststernum* la partie située en arrière; le sternum droit forme, par son adossement avec le gauche, une crête intrathoracique, l'*entosternum*. Des considérations analogues nous font diviser le segment dorsal en *antédorsum*, *dorsum*, *postdorsum*, *subpodorsum*. Cette dernière partie fait le pendant de l'antédorsum ; c'est le costal de Chabrier, le postscutellum d'Audouin; elle est surtout intrathoracique. L'antédorsum et le dorsum correspondent à l'antépleuron, le postdorsum et le subpodorsum, au postpleuron.

(1) Observations nouvelles sur l'organisation extérieure et générale des animaux articulés et à pieds articulés, et application de ces connaissances à la nomenclature des principales parties des mêmes animaux (*Mémoires du Muséum*, t. VIII, p. 169-202. Paris, 1822).

Cette nomenclature est très simple. Elle repose sur des divisions spéciales et nécessaires au vol ; elle nous suffira donc amplement, sans que nous soyons obligés de recourir à des néologismes.

Je me sers aussi des expressions de *mésopleuron*, *métapleuron*, ou encore *antémésopleuron*, *postmésopleuron*, etc. Je crois inutile de les expliquer, ainsi que celles de *pronotum*, *mésonotum*, *métanotum*.

DES DIVERS TYPES D'ARTICULATION USITÉS CHEZ LES INSECTES.

On lit souvent dans les descriptions anatomiques que telle pièce s'articule avec telle autre, mais sans spécifier le genre d'articulation. La plupart des anatomistes glissent prudemment sur cette question. Strauss-Dürckheim (1) a essayé de dresser un tableau des principales articulations; ce tableau n'est qu'à moitié complet. Voici celui que je propose :

1. *Suture.* — Deux pièces originairement distinctes s'affrontent par leurs bords et se soudent intimement : comme les lèvres d'une plaie, par réunion immédiate, ou comme les sutures des os plats si fréquentes chez les Vertébrés, ou, mieux encore, comme les cellules épidermiques.

La suture peut être linéaire, et c'est le cas le plus fréquent; mais elle peut être denticulée, quoi qu'en dise Strauss.

La suture linéaire se rencontre dans l'union du sigmoïde et du submédian chez les Orthoptères.

2. *Adhérence.* — C'est, pour Strauss, l'union intime de deux pièces par leurs faces. Nous considérons comme adhérence le cas de suture où les bords, en s'affrontant, se replient de manière à augmenter leur surface de contact. On a alors, suivant l'étendue du repli, ou une simple *arête de rebroussement* (union du postmésopleuron et de l'antémétapleuron

(1) Strauss-Dürckheim, *Considérations générales sur l'anatomie comparée des Animaux articulés.* Paris, 1828.

chez les Pseudo-Névroptères) ou une *crête* (entopleuron, entosternum). Dans les deux cas, la face opposée porte généralement un sillon.

En somme, l'adhérence est un cas particulier de suture. Les pièces réunies par suture ou par adhérence n'ont pas de mouvement l'une sur l'autre.

3. *Symphyse.* — C'est une suture avec léger mouvement (union des antépleuron chez l'*Æschna;* union du pivot postérieur et de l'entopleuron chez le même).

4. *Charnière simple.* — 1° Droite. Le ligament est assez mou pour permettre une rotation circulaire (il en est ainsi dans l'articulation dorso-sigmoïdale de la plupart des Insectes. Le sigmoïde peut tourner en charnière autour de la ligne de réunion).

2° Courbe. Si la courbe est formée d'une seule branche, il peut y avoir un léger mouvement autour d'un axe perpendiculaire au plan de la courbe (union des postmétadorsum et des postmétapleuron chez les Coléoptères). Le cas de plusieurs branches n'exclut pas tout mouvement; mais il me paraît trop difficile à traiter.

5. *Syndesmoïdale.* — Le ligament est assez large pour permettre un mouvement en tous sens à la pièce mobile (union du dorsum et du dorso-terminal chez la Cigale).

6. *Écailleuse.* — L'une des pièces recouvre l'autre. Ainsi sont unis les anneaux abdominaux, le dorsum et le postdorsum chez la Cigale, l'écaille et les rives du golfe antérieur chez les Lépidoptères. Strauss emploie le terme de syndesmoïdale écailleuse, qui est trop spécial. Une articulation peut, en effet, être écailleuse sans être syndesmoïdale; par exemple, l'articulation postdorsale des Orthoptères est écailleuse, mais fait partie d'un système à charnière; l'articulation du métanotum et du subpodorsum chez les Diptères est une suture écaille se.

7. *Condylarthrose.* — L'une des pièces présente une saillie ou condyle qui est reçue dans une cavité de l'autre pièce (articulations des antennes). La capsule fibreuse forme, dans certains cas, un manchon membraneux qui permet à l'une des pièces de rentrer dans l'autre (articles des palpes). C'est ce que Strauss nomme articulations cotyloïdiennes à têtes disjointes.

Les condylarthroses sont moins employées chez les Insectes que chez les Vertébrés; c'est plutôt l'élasticité que le roulement de pièces dures qui est mise en jeu. La figure géométrique du condyle et de la cavité qui le reçoit est une fonction immédiate du genre de mouvement imprimé à l'articulation; cette figure est importante, mais difficile à définir.

L'articulation de la base des antennes peut être considérée comme une enarthrose, c'est-à-dire à tête et cavité sphériques. Le plus souvent on a affaire à des surfaces gauches, telles que le paraboloïde hyperbolique ou selle de cheval (articulation du submédian et de l'entopleuron chez la *Vespa crabro*). D'autres fois, nous avons plus d'un condyle, et nous passons alors au cas suivant.

8. *Charnière à condyles.* — L'une des pièces a deux condyles et l'autre deux cavités pour les recevoir (jambe et cuisse, postdorsum et subpodorsum du métathorax des Orthoptères, postdorsum et postpleuron du métathorax des Coléoptères). Ces trois exemples constituent trois types différents, quoique répondant tous trois à la définition.

9. *Flexion.* — Les deux pièces sont en continuité de substance, sans aucune intervention de membrane ou de ligament; seulement il y en a moins sur un point, et c'est de ce côté qu'a lieu la flexion.

1° Simple. C'est le cas de la nervure antérieure à son union avec la tubérosité antérieure chez les Libellules. C'est encore le cas des articulations des extrémités centrifuges des nervures chez les *Cicada*, *Melolontha*.

2° Sinussoïdale. Lorsque plusieurs articulations par flexion simple sont rangées en sinussoïde (1). Je dirai, par exemple, que l'extrémité centrifuge de l'aile des Cigales présente une articulation à flexion sinussoïdale.

10. *Articulation fissurale.* — Fente ou échancrure découpée sur les bords d'une pièce, et dont les bords sont reliés par une chitine moins dure, ou par une membrane molle. Les bords de la fente sont ainsi susceptibles de se rapprocher et le mouvement est angulaire.

Ce type est très employé (fente dorsale, fente antépleurale).

11. *Écrou.* — Les deux pièces portent des apophyses en forme de crochets, à surfaces concordantes, de sorte qu'en roulant l'un sur l'autre, ils déterminent le rapprochement ou l'éloignement de ces pièces.

Ce type se trouve combiné avec une fente et une charnière simple dans l'articulation dorso-sigmoïdale des Diptères.

12. *Rainure et languette.* — Les bords d'une pièce portent une rainure, destinée à loger la marge amincie de l'autre pièce. Les pièces peuvent être assujetties l'une à l'autre (métapleuron et métasternum des Coléoptères) ou mobiles (union des élytres des Coléoptères).

Ce dernier cas, ainsi que les deux types suivants sont dépourvus de ligaments articulaires.

13. *Hélicoïdale.* — L'une des pièces présente une gouttière hélicoïdale, dans laquelle se meut le bord de l'autre pièce, tordu dans le même sens (union des ailes antérieure et postérieure chez les Sirex, *Cicada*).

14. *Spire conique.* — L'une des pièces forme un ruban

(1) Nous entendons simplement par sinussoïde une courbe qui monte et descend alternativement, en s'infléchissant chaque fois.

spiral conique, très élastique, dans l'intérieur duquel se meut une apophyse allongée de l'autre pièce (union de l'aile antérieure et de l'aile postérieure chez certains Sphingides).

Tels sont les principaux types d'articulations usités chez les Insectes. Cet essai de classification, si imparfait qu'il soit, nous sera d'un grand secours pour la description.

Ordre suivi dans la description. — Nous ne saurions trancher la question d'ancienneté des divers ordres d'Insectes (1). On s'accorde généralement à considérer les Névroptères et les Orthoptères comme les plus vieux représentants de la classe. On passerait des Orthoptères aux Coléoptères et aux Strepsiptères : cette branche serait caractérisée par la prédominance du métathorax sur le mésothorax. Les Névroptères donneraient deux branches : 1° celle des Pseudo-Névroptères ; 2° celle des Insectes à mésothorax prédominant (Lépidoptères, Hyménoptères, Hémiptères, Diptères). Quant à la filiation dans cette dernière branche, elle nous paraît difficile à établir, en ne se basant que sur les organes du vol. On a cherché surtout les rapprochements entre les Diptères et les Lépidoptères, entre ces derniers et les Hyménoptères.

Nous verrons que les Hyménoptères doivent se subdiviser en deux groupes essentiellement différents ; un Cimbex, par exemple, est beaucoup plus voisin d'un Lépidoptère ou Hémiptère que d'une Abeille. D'un autre côté, contrairement à la voie suivie, c'est surtout avec les Hémiptères que je comparerai les Diptères.

Dans tous les cas, je n'ai aucune intention de trancher le sens de la filiation par les numéros d'ordre qui vont suivre. Je décrirai d'abord les Pseudo-Névroptères, et à leur suite les Orthoptères, Névroptères, Hyménoptères, Hémiptères, Lépidoptères, Coléoptères, Diptères.

(1) Voy. les données embryologiques dans Packard, *Ancestry of Insects.* Salem, 1873.

I. — PSEUDO-NÉVROPTÈRES.

Les Pseudo-Névroptères ont une machine à vol tout à fait caractéristique. Ils diffèrent ainsi notablement des autres Insectes; mais cette différence n'est pas si grande qu'on l'a dit (1). On a voulu, par exemple, y voir un type de musculature analogue à celui des Oiseaux. Cette analogie est aussi monstrueuse pour des Libellules que pour des Sauterelles. Nous prendrons l'*Æschna* comme type de Pseudo-Névroptère; nous verrons plus tard que sa machine est comparable, pièce à pièce, avec celle de tous les autres Insectes.

Le prothorax ne jouant pas un grand rôle dans le vol, nous étudierons surtout le mésothorax et le métathorax, c'est-à-dire la portion alifère. Celle-ci a la forme d'un coin à grosse extrémité dirigée en avant. Un plan vertical, axial, longitudinal donnerait une section pentagonale ; un second plan, perpendiculaire au premier, incliné de 45 degrés environ en arrière sur le sternum, donnerait des sections elliptiques, parallèles aux entopleures. Un abdomen très long, une grosse tête achèvent de donner à l'ensemble l'aspect d'un coin ovoïde (2), oblong, très renflé à l'un des bouts, au bout antérieur, très effilé de l'autre.

L'animal décapité et vu de face présente une surface bombée, de chaque côté du bord antéro-supérieur de notre pentagone. C'est le *front* de Chabrier (3), formé par la réunion des antépleures de chaque côté, et non pas le pronotum. La soudure est interrompue vers le haut par une fente en forme de V, de chaque côté de laquelle les antépleures forment une

(1) Opinion accréditée par Chabrier et répétée depuis par Petitgrew (*La locomotion chez les Animaux*. Paris, 1874, p. 258).

Jousset de Bellesme, *Sur une fonction de direction dans le vol des Insectes* (*Comptes rendus Acad. sc. Paris*, t. LXXXIX, nº 23, p. 980-983).

(2) Les ballonistes auraient dû passer plus vite de la montgolfière au cigare (Tissandier, Renard et Krebs). On a tout intérêt à s'appuyer sur les données de la nature.

(3) Chabrier, *Mémoires du Muséum*, t. VII.

saillie à pointe dirigée en arrière. Cette saillie est formée par deux plans, un plan supérieur, horizontal, la *plate-forme* Chab., et un plan latéral, le *mur*, aux pieds duquel on voit un sillon, qui le sépare du reste du pleuron.

La plate-forme porte, sur son bord postérieur vers le tiers externe, une apophyse, qui a une certaine importance mécanique ; c'est ce que je nomme le *pivot mobile.* Une membrane réunit ce bord à la base de l'aile et au mésonotum ; elle se continue entre les deux bords de l'articulation fissurale, et en favorise les mouvements.

Mésonotum. — Continuons notre voyage sur le dos. En nous supposant à l'extrémité des branches du V, nous voyons à nos pieds une fosse, en face un dôme, à droite et à gauche, l'attache des ailes antérieures. On descend dans la fosse au moyen d'un gradin, qui constitue la partie antérieure du mésonotum, ou *antédorsum* (*præscutum* Aud. ; *processus anticus mesonoti* Lend.). Cette pièce, ailleurs très souple, est ici très résistante et rigide. Elle se fixe par ses deux extrémités dans une échancrure de la tubérosité antérieure et maintient ainsi invariable l'écartement de cette tubérosité et de sa symétrique. Elle constitue un point d'appui pour le roulement de la tubérosité antérieure.

Le reste du mésonotum a une charpente en forme d'X ; l'angle antérieur est rempli par le dôme, c'est-à-dire par une surface très convexe, qui forme le versant postérieur de la fosse antédorsale. L'angle externe est comblé par une lame triangulaire qui l'unit au plan postérieur de l'aile. L'espace ainsi comblé forme une dépression qui est constante dans toute la série des Insectes : c'est la *dépression postdorsale.* Les branches antérieures de l'X plongent dans la cavité thoracique pour former les apophyses sur lesquelles s'insèrent les sternali-dorsaux. Ces apophyses forment les bords latéraux du dôme ; elles sont reliées à l'antédorsum par une lame triangulaire verticale, le *renfort* de l'antédorsum. On voit que les branches antérieures de l'X divisent les bords latéraux du

mésonotum en deux parties : une partie antérieure (le bord latéral du dôme) et une partie postérieure (le bord latéral de la dépression). Ces deux parties forment les deux côtés d'un angle, ouvert en dehors, en avant et en bas.

Au sommet de l'angle ou *coude dorsal* correspond une fente, que nous retrouverons presque partout, mais autrement développée. Cet angle a une grande importance dans la géométrie de la surface alaire; nous aurons maintes occasions d'en parler dans le cours de notre travail.

Les branches postérieures de l'X ont une direction transversale; elles sont très élastiques, convexes supérieurement, agissent comme un ressort arciforme tendu entre les nervures postérieures des ailes mésothoraciques. Elles sont sur leur milieu (centre de l'X) soudées avec le dôme par une suture transversale très forte. Cette ligne nous paraît délimiter le dorsum du postdorsum. Le *dorsum* est formé par les branches antérieures de l'X et par le dôme; le *postdorsum* par les branches postérieures et la dépression postdorsale.

Pénétrons dans la cage. L'antédorsum forme une lame assez large, convexe en avant; elle se prolonge en son milieu par une apophyse allongée, pointue, recourbée en arrière (*apophyse onguiculée* Chab.) sur les faces latérales de laquelle s'insèrent les muscles dorsaux. L'antédorsum est lié latéralement et en arrière par adhérence avec les apophyses des sternali-dorsaux. Ces apophyses sont volumineuses, mais légères; on peut y considérer un support vertical terminé inférieurement par un disque horizontal. Le support est creux et le disque est échancré latéralement en 8 de chiffre.

La suture dorso-postdorsale se traduit par une crête transversale médiane; en avant est la concavité qui correspond à la face inférieure du postdorsum.

MÉTANOTUM. — Le métanotum est construit sur le même plan que le mésonotum; seulement il est plus long et le dôme est creusé d'un grand sillon médio-longitudinal. Il faut auss noter l'écartement des tubérosités antérieures, beaucoup plu

grand qu'au mésonotum. L'apophyse onguiculée est bien plus courte qu'au mésonotum, et les disques des sternali-dorsaux sont moins échancrés.

L'antédorsum est relié au mésonotum déjà décrit par une *surface tribosselée* très flexible, liée mollement de tous côtés; elle sert évidemment de bourrelet élastique entre les deux pièces dorsales du thorax. Quelle est sa signification morphologique? Nous croyons qu'il faut la considérer comme l'homologue de la partie postérieure du postdorsum, de cette partie généralement verticale et intrathoracique chez les Insectes à puissants muscles dorsaux. C'est la pièce que chez ces derniers Audouin nomme postcutellum, Chabrier costal, et que j'appelle subpodorsum. J'avance comme preuve la position même de la surface tribosselée, et la direction des rudiments de muscles dorsaux qui la croisent en dessous et vont s'insérer au niveau de son adhérence avec l'antémétadorsum.

Le postmétadorsum est uni en arrière au premier anneau abdominal par un fuseau élastique, qui est lui aussi croisé par les métadorsaux du métathorax; ces muscles s'insèrent au niveau de l'adhérence de ce fuseau au tergum abdominal (1). On peut donc considérer ce fuseau comme l'homologue de la surface trilobée.

L'angle latéral du métanotum est, comme son homologue, ouvert en bas, mais plus en bas que celui-ci et légèrement en arrière. Je parle bien entendu de l'angle observé dans une position fixe, les angles étant relevés. Cet angle varie suivant les positions de l'aile; nous verrons les causes multiples de ces variations.

PLEURO-STERNUM. — Les parties latérales et ventrales de la conque thoracique sont intimement soudées et forment une pièce unique. Nous y voyons néanmoins les traces de soudure, sous forme de crêtes et arêtes, qui nous permettront des subdivisions.

(1) Latreille réserve ce nom à la partie dorsale de l'abdomen.

Nous remarquons d'abord sur le pleuron deux lignes noires verticales qui, dans leurs parties supérieures, se transforment en sillons; elles se continuent au-dessus et en dedans du bord supérieur par des saillies en rapport avec la base des ailes. A ces lignes correspondent des crêtes sur la face interne; ces crêtes sont les *entopleuron;* il y en a quatre en tout; leur extrémité supérieure constitue l'appui des ailes (Chab.) ou apophyse alifère (Strauss).

Le bord supérieur du pleuron est creusé d'un sillon longitudinal qui s'étend entre les deux appuis, passe au pied du mur de la plate-forme, et descend de chaque côté de la suture des deux entopleuron.

Entre les deux entopleuron est située une troisième crête intrathoracique qui part du sternum et monte jusqu'au sillon supérieur longitudinal. Cette troisième crête est pour nous la trace de la soudure du mésopleuron et du métapleuron. Elle se continue du reste en bas, de manière à délimiter un mésosternum d'un métasternum.

L'extrémité inférieure de l'entopleure se bifurque et les branches se dirigent vers la région sternale de la conque. On peut donc considérer comme *sternum* toute la région de la conque située au-dessous du niveau de la bifurcation inférieure des entopleuron. Grâce à ces divisions, je vais pouvoir décrire un pleuron et un sternum.

Le *mésopleuron* est remarquable par la forme de sa partie antérieure ou antépleuron. Elle se rejoint, comme nous l'avons déjà vu, avec sa symétrique pour former le front et la plateforme. Une telle union ne se remarque dans aucun autre ordre; partout ailleurs nous voyons le mésonotum se continuer en avant avec le pronotum. Cette anomalie est probablement liée à la déchéance du muscle dorsal et à l'importance du grand préaxillaire. Partout ailleurs deux fonctions dominent dans les parties antérieures du mésothorax : 1° la traction en arrière de l'antédorsum; celui-ci est bridé en avant par le pronotum; 2° la traction en dedans de l'antépleuron. Cette dernière étant la seule qui persiste chez les Libellulides,

Il n'est pas étonnant que le pronotum se retire devant le développement envahisseur des antépleures, qui finissent ainsi par se souder sur la ligne médiane.

Cette ligne de suture s'ouvre supérieurement par une fente dont les branches, avons-nous dit, sont susceptibles de se rapprocher ou de s'écarter. Pour les raisons développées plus haut, la fente se trouve médiane, unique. Ailleurs aussi, nous trouverons des fentes, mais symétriques : nous aurons deux fentes, une pour chaque côté.

La saillie alifère qui termine chaque entopleure est triangulaire, à base supérieure échancrée, si bien que les deux sommets correspondants se découpent nettement sous forme de cornes. La division est encore plus accentuée par le sillon de l'entopleure qui se continue dans le triangle et le coupe en deux de bas en haut. La moitié postérieure est légèrement mobile sur l'antérieure, grâce à une symphyse; sa corne est symphysée avec la nervure submédiane ; nous verrons plus tard ce qu'il faut penser de cette moitié postérieure. La moitié antérieure est rigide et sa corne est symphysée avec une crête de la face inférieure de la tubérosité antérieure.

Si l'on se rappelle que l'aile est articulée mollement avec l'apophyse médiane de la plate-forme, avec le pivot mobile, nous pourrons dire en englobant celui-ci dans le système de l'*appui*, nous pourrons dire que l'*apophyse alifère est tricéphale, la tête médiane formant le pivot fixe et les deux autres les pivots mobiles*.

Le *métapleuron* a un système de pivots entièrement comparables à celui du mésopleuron ; seulement la ligne brisée qui les joint est plus écartée du milieu du dorsum. La plate-forme est représentée par une lame triangulaire s'appuyant par sa base sur le sillon longitudinal supérieur, liée mollement par son côté postérieur et son sommet avec la tubérosité antérieure, et par son côté interne avec la surface tribosselée. L'antépleuron est plus étroit que le postpleuron. Celui-ci forme un quadrilatère à bords repliés en dedans ; son angle postéro-supérieur s'articule par un ligament peu consistant,

mais serré avec le premier anneau abdominal ; celui-ci, étant maintenu dans le plan vertical antéro-postérieur par le ressort postérieur du métanotum, tourne par suite en charnière sur les angles postéro-supérieurs des postmétapleuron.

Le *sternum* a une charpente formée : 1° par une crête médio-longitudinale, entosternum ; 2° par des crêtes transversales qui partent du pied des entopleuron.

L'entosternum porte un squelette qui sert tant pour les muscles des ailes que pour ceux des pattes. Il s'étend au-dessus des bords internes de chaque ouverture pédieuse. La partie principale a la forme d'une selle dont les prolongements latéraux s'unissent à la fourche du stigmate métathoracique ; sa base est fixée entre les deux segments alaires. En avant, sa pointe s'enfonce entre deux cupules mobiles ; en arrière, entre deux cupules fixées à cette pointe par leurs bords internes ; ces cupules sont infundibuliformes, échancrées en dehors. L'antérieure a son pied fixé au rebord antérieur du cercle pédieux mésothoracique. La pointe postérieure de la selle dépasse en arrière les cupules et porte deux forts tendons à sa base, servant à des muscles sternali-abdominaux.

Le mésothorax s'unit au prothorax au moyen de deux cercles qui n'ont de commun qu'une commissure supérieure à la base du front, et une commissure latérale. Au-dessus de cette commissure, le cercle postérieur porte une plaque quadrilatère convexe qui descend vers la ligne médiane, de façon que l'angle inféro-interne soit très rapproché de son symétrique. C'est la *plaque du grand préaxillaire* ou *apophyse quadrilatère*. C'est encore ce cercle postérieur qui porte à sa partie inférieure la cupule du sternali-dorsal ; elle forme en outre, sur la ligne médio-sternale, un épaississement qui s'enfonce entre les deux pattes mésothoraciques. La portion correspondante du cercle antérieur limite en arrière les pattes prothoraciques.

C'est entre les deux cercles, au niveau de l'angle supérieur de l'apophyse quadrilatère, que s'ouvre le *stigmate* mésothoracique. Le stigmate métathoracique occupe une position ho-

mologue au-devant de l'entométapleuron, entre la branche de bifurcation antérieure et la crête qui sépare le mésopleure du métapleure. Cette branche et la crête forment la *fourche* du *stigmate*.

Notons encore dans la cavité thoracique une petite apophyse, située au pied de l'entopleure et au sommet externe des ouvertures pédieuses. C'est l'*apophyse pédio-pleurale* que nous retrouverons avec plus ou moins de modifications dans toute la série.

Aile antérieure. — D'une manière générale, les ailes sont des lames en chitine plus ou moins *mince* ou *élastique* (suivant les espèces), à zones d'inégale consistance et soutenues par une charpente de baguettes ou nervures élastiques. La forme de ces lames est une fonction de la force, forme et direction de ces baguettes et de leur position dans l'espace. La force et la forme sont des facteurs constants chez un même individu; la direction et la position varient suivant les actions musculaires et la résistance de l'air. Nous tiendrons compte de ces divers facteurs dans notre interprétation géométrique de la surface alaire (1).

L'aile antérieure de l'*Æschna* est une lame très allongée, en chitine mince, transparente et glabre, soutenue par une charpente de cinq nervures, dont les branches et ramifications sont elles-mêmes reliées par un réticulum très fin. Les nervures sont imprégnées d'air, ce qui rend l'aile très légère. Leur grosseur diminue graduellement de la base au sommet, et si on les compare entre elles, on voit que les antérieures sont plus fortes que les postérieures. Je les désignerai sous les

(1) Je laisse de côté la nature morphologique des ailes. Cette question a longtemps préoccupé les naturalistes. Les uns (Oken, de Blainville, Latreille, Carus, Owen, Blanchard, Lowne, Plateau) voient dans les ailes des trachées ou des stigmates transformés; les autres (Audouin, Milne Edwards) en font des organes particuliers. Dans un ouvrage récent (*Organisation des Volucelles*), M. Künckel d'Herculais appuie cette dernière opinion; il fait voir, par l'étude du développement, que l'aile est, comme la patte, formée par un refoulement de la membrane tégumentaire.

noms peu compliqués de *antérieure*, *subantérieure*, *médiane*, *submédiane*, *postérieure*. Ce sont les nervures fondamentales de toute aile d'Insecte (1).

La *nervure antérieure* est large à sa base; elle y forme un rebord qui plonge de haut en bas, et d'arrière en avant. Une section transversale démontre que ce rebord est formé de deux nervures accolées : en avant la nervure *proantérieure*, en arrière la nervure antérieure proprement dite. L'accolement est visible du côté de la base; mais la fusion est bientôt si complète, que les deux nervures n'en font plus qu'une. C'est pour ce motif que je ne range pas la nervure proantérieure parmi les nervures fondamentales; mais le fait est constant : partout nous verrons la partie basilaire du bord antérieur de l'aile former un rebord incliné en avant et en bas. Il est vrai que souvent le caractère de nervure sera complètement masqué.

Le bord antérieur de l'aile (ensemble des nervures antérieure et proantérieure) *est d'abord convexe en avant*, *puis concave et finalement convexe.*

La *nervure subantérieure* forme la corde de la première convexité; elle s'arrête là sur une commissure transversale articulaire, qui unit à ce niveau le bord antérieur et la nervure médiane.

La *nervure médiane* est cylindrique, plus forte que la subantérieure; elle marche parallèlement à celle-ci jusqu'à la commissure articulaire. Je l'appelle ainsi, parce qu'à ce niveau le bord antérieur porte une encoche, comme si la moitié basilaire du bord antérieur était à ce niveau soudée à la moitié centrifuge. On doit distinguer deux parties dans cette commissure : une partie antérieure entre les nervures antérieure, subantérieure et médiane, et une postérieure entre les ner-

(1) J'aurais bien voulu trouver une nomenclature unique dans les divers ouvrages d'entomologie. Mais la multiplicité et la confusion de noms y est indescriptible; elle provient sans doute des nécessités de la classification, les nervures et leurs ramifications étant fort employées pour la différenciation des espèces. J'ai obéi à une nécessité plus générale, au vol; nous reconnaîtrons et retrouverons partout les nervures dont je parle.

vures subantérieure, médiane et la première des nervures secondaires qui se trouvent derrière la nervure médiane. Ces parties sont triangulaires à un côté commun. Les quatre nervures ainsi réunies forment un gaufrage de trois plans, et chacun des triangles comble le dièdre correspondant.

Le reste de la nervure médiane se continue en dehors de la commissure, et se rapproche peu à peu de la nervure antérieure, jusqu'à son extrémité terminale. Avant de se fondre avec celle-ci, elle lui est unie par un épaississement quadrilatère, le *ptéropstigma*. Chabrier a voulu assimiler cet épaississement au carpe des Vertébrés. Nous avouons ne pas comprendre cètte assimilation, d'autant plus que le motif mis en avant par Chabrier ne prête pas à la discussion : il se base uniquement sur la dureté de cette pièce. Nous verrons plus tard que si on veut absolument faire un rapprochement mécanique (le seul rationnel) entre les Pseudo-Névroptères et les Oiseaux ou Cheiroptères, il faut descendre bien plus bas que le ptéropstigma, et arriver jusqu'à la base même de l'aile, pour y voir un analogue du carpe.

La *nervure submédiane* diverge de la médiane et se dirige vers le bord postéro-centrifuge de l'aile. Elle est bien plus courte que les précédentes. Des nervures secondaires la séparent de la postérieure.

La *nervure postérieure* diverge de la submédiane et se termine après une course encore plus courte. Peu après sa naissance, elle donne une branche secondaire inclinée en arrière et en bas. Entre celle-ci et l'aile postérieure s'étend une mince membrane, le *voile*.

Les cinq nervures fondamentales considérées dans leurs parties basilaires forment une surface gaufrée, résultant de ce qu'elles sont alternativement inférieures et supérieures; les unes (proantérieure, subantérieure, submédiane) sont spécialement en rapport avec le mésopleuron, les autres (antérieure, médiane, postérieure), avec le mésonotum. Nous verrons plus loin ces rapports.

Nous n'insisterons pas sur le réticulum, ni sur les nervures

secondaires. Nous remarquerons seulement que les trois premières nervures (antérieure, subantérieure et médiane) présentent une grande résistance transversale, grâce à des commissures transversales, perpendiculaires à la nervure subantérieure, et parallèles à la commissure articulée. Nous désignerons l'ensemble de ces nervures antérieures sous le nom de *versant* ou *plan antérieur* de l'aile, et nous appellerons *versant* ou *plan postérieur* toute la partie de l'aile située en arrière de la nervure médiane. C'est la nervure médiane qui sert de ligne de faîte entre les deux versants.

Le versant antérieur est le plus fort; c'est lui qui doit frapper l'air. Le versant postérieur est moins résistant, surtout dans sa partie postéro-centrifuge. Si on tient compte de la direction et de la force des nervures du versant postérieur, on peut tracer une courbe concave en bas, allant de la région externe du ptéropstigma jusqu'à la branche secondaire de la nervure postérieure. Cette courbe représente la zone de flexion sous la résistance de l'air; tout ce qui est en arrière de cette zone représente un élément flottant, tout ce qui est en avant la partie vraiment résistante au choc de l'air. On voit que cette dernière a un contour triangulaire, formé par cette courbe, a ligne d'insertion de l'aile et le bord antérieur. Cette courbe est la courbe de moindre résistance.

Nous pouvons déjà remarquer que la partie basilaire est la plus forte, et que ses variations doivent avoir une grande influence sur la forme de l'aile. Nous allons détailler cette base.

La *base de l'aile* est formée par deux grosses tubérosités. Une tubérosité antérieure (radiale Chab., *Scapula* v. Lend., R. v. Lendenfeld, *Der Flug der Libellen*, Vienne, 1881). Nous parlerons plus loin du travail de M. von Lendenfeld; mais nous voyons déjà où peut entraîner la tendance à vouloir comparer Insectes et Vertébrés. La tubérosité antérieure est une épaule pour l'un, un radius pour l'autre; en revanche Chabrier appellera omoplate chez les Hyménoptères ce que Jurine nomme un cubital. Les expressions de antérieure, postérieure sont moins compromettantes; je les adopte.

La *tubérosité* ou *osselet antérieur* a une forme quadrilatère. On peut lui considérer deux faces (supérieure et inférieure) et quatre faces latérales (antérieure, postérieure, interne et externe).

La face supérieure présente trois parties allongées de dedans en dehors : 1° la partie antérieure, la plus petite, est séparée de la moyenne par un sillon très profond, surtout en dedans. Il en résulte de ce côté une excavation très profonde, sur la face interne, destinée à recevoir l'extrémité de l'antédorsum : c'est une condylarthrose. Le bord antérieur de cette partie forme le bord antérieur de l'osselet; elle est liée mollement au bord postérieur de la plate-forme. La membrane d'union est moins large au niveau du pivot mobile; on peut donc considérer ce niveau comme le point d'application sur la plate-forme, des forces qui agissent sur l'osselet antérieur : de là le nom de pivot donné à ce point.

2° La partie moyenne est large et convexe, séparée de la postérieure du côté externe par un profond sillon. Cette partie moyenne s'articule avec le pleuron.

3° La partie postérieure constitue le bord postérieur de l'osselet antérieur. Il s'articule avec la terminaison de la nervure antérieure. Cette terminaison est renflée et constitue une sorte d'osselet, intermédiaire de la nervure antérieure et de l'osselet antérieur. C'est ce que M. de Lendenfeld nomme humérus (1); cet humérus s'articulerait avec la première nervure, suivant une espèce d'énarthrose (*Rollengelenk mit Hemmung*). J'ai pu isoler cette pièce par la dissection; mais il ne m'a pas été possible de déterminer un roulement quelconque malgré de fortes tractions. Cette pièce est soudée aux parties avoisinantes; je la considère simplement comme la terminaison renflée de la nervure antérieure. La seconde articulation de l'humérus, « l'articulation scapulo-humérale », serait une *Rotations gelenk*, une sorte de charnière à condyles. Ici, on ne peut nier une rotation de la nervure antérieure sur l'os-

(1) V. Lendenfeld, *loc. cit.*, p. 39.

selet antérieur; mais cette rotation ne m'apparaît pas sous les mêmes formes que celles décrites par M. de Lendenfeld.

L'union de l'osselet antérieur avec la nervure antérieure est très lâche en bas, en avant et en arrière, mais très serrée en haut, de manière à résister à toute flexion qui tendrait à se produire de bas en haut. C'est une articulation à flexion, mode très usité chez les Insectes. Mais ce n'est pas la seule entre l'osselet antérieur et le versant antérieur de l'aile.

Si nous passons à la face inférieure de cet osselet, nous la voyons formée d'aréoles et de crêtes de séparation. Il y a deux crêtes : une transversale correspondant à la séparation de la portion antérieure et de la portion moyenne, et une longitudinale antéro-postérieure, coupant la précédente presque à angle droit. Elle se courbe ensuite en arrière et en dehors, de manière à aboutir à l'angle postéro-externe de l'osselet antérieur. Ces crêtes délimitent quatre compartiments d'inégale capacité. Les deux antérieurs, surtout l'antéro-externe, sont insignifiants. Le postéro-externe est fortement concave et donne insertion à la membrane commune, à laquelle sont suspendus les tendons du grand et du petit préaxillaire. La ligne d'insertion va de l'angle antéro-externe perpendiculairement sur la crête antéro-postérieure. La partie postérieure de la crête s'articule lâchement avec le pivot fixe; cette articulation a lieu dans la partie recourbée de la crête, avant d'arriver à l'angle postéro-externe.

L'*angle postéro-externe* de la face inférieure de l'osselet antérieur est le siège de la deuxième articulation basilaire du versant antérieur. Cet angle présente une concavité qui roule sur la tête de la nervure subantérieure. Il faut encore noter des ligaments externe et postérieur, qui brident cette articulation, et rattachent les bords postérieur et externe de l'osselet antérieur à la base de l'aile.

Enlevons maintenant cet osselet antérieur; il est facile de le détacher, car il ne tient solidement à la base de l'aile qu'au niveau des nervures antérieure et subantérieure, c'est-à-dire au niveau des deux articulations déjà mentionnées. On voit

alors bien nettement les situations respectives de ces deux articulations, et de la ligne géométrique qui les unit. Cette ligne est dirigée d'arrière en avant, de bas en haut, de dedans en dehors, par rapport au plan des nervures antérieure et subantérieure. On peut considérer ces deux articulations comme une *articulation unique*, *une sorte de charnière*, *composée d'une articulation à flexion et d'une condylarthrose*, *dont cette ligne serait l'axe de rotation*. En somme nous repoussons l'articulation huméro-radiale de von Lendenfeld, et nous introduisons une flexion dans l'articulation scapulo-humérale.

Notre charnière ainsi constituée nous paraît simplement destinée à éviter la résistance de l'air dans le coup d'aile ascendant. Quant à un axe autour duquel tournerait l'aile suivant sa propre longueur, je n'en vois pas. Les physiologistes ont, il est vrai, signalé un retournement du bord antérieur de l'aile, dans le coup d'aile descendant. Mais il y a moyen de s'en rendre compte, comme nous le verrons plus loin, sans recourir à cet axe hypothétique.

La *face externe* de l'osselet antérieur est libre, en avant de l'articulation. Partout nous trouverons une encoche ou une membrane molle à ce niveau, destinée à faciliter le jeu de l'articulation à flexion.

La *face interne* s'unit au mésonotum par une articulation composée; nous avons déjà vu qu'elle présentait une excavation pour recevoir l'extrémité de l'antédorsum. Isolément ce serait une condylarthrose; mais en arrière se trouve une lame triangulaire, à sommet antérieur, l'*antésigmoïde*, roulant en charnière simple, linéaire d'un côté sur le dorsum et le renfort de l'autre sur l'osselet antérieur. Finalement l'osselet antérieur roule en charnière double et d'un mouvement angulaire sur le dorsum. *C'est une condylarthrose à roulement conique.*

La *tubérosité postérieure* est formée par l'ensemble des nervures médiane et submédiane. Elle a la forme d'une calotte hémisphérique, à convexité supérieure. Le bord antérieur est formé par la terminaison de la nervure médiane. Vers la moitié de son parcours, cette terminaison se bifurque et

détache un rameau qui traverse et renforce la calotte. En avant du bord antérieur, se trouve une fosse triangulaire, limitée en dehors par une commissure interradiale entre la nervure antérieure et la nervure médiane, et en avant unie lâchement à l'osselet antérieur. Le bord postérieur de la calotte est formé par un épaississement de chitine, qui part du bord supérieur de la nervure submédiane, et va sans solution de continuité jusqu'à l'extrémité de la nervure médiane. Elle forme ainsi le bord postérieur de la calotte par une ligne brisée ouverte en arrière, et le bord interne par une ligne brisée ouverte en dehors. L'angle de cette dernière est comblé par une lame élastique, flexible sur le reste de la calotte.

La face inférieure présente, mais en surface concave, les détails déjà décrits sur la face supérieure. Nous voyons en outre une forte éminence de chitine, formée par la terminaison de la nervure submédiane. La partie postérieure de cette éminence donne insertion aux muscles petits postaxillaires, ou plutôt à une membrane commune à leurs tendons : l'un mou, en avant; le postérieur est dur. La partie antérieure de cette éminence est soudée au bord inférieur de la nervure médiane, et à la terminaison de la nervure subantérieure. Elle se prolonge cependant plus en dehors et forme ainsi une apophyse légèrement flexible, apophyse submédiane. Cette apophyse est importante, elle donne attache : 1° en avant, au ligament postérieur de l'articulation radio-basilaire antérieure ; 2° en arrière, à une plaque mince réniforme où se fixe l'extrémité antérieure d'un petit muscle horizontal antéro-postérieur, que je nomme *muscle du tampon*. Car l'insertion postérieure de ce muscle a lieu dans l'angle postéro-interne de la calotte, en un point homologue du tampon des autres Insectes ; 3° en avant et en dedans, à la branche postérieure de la tête de l'appui, au pivot postérieur; 4° en arrière et en dehors, au tendon du grand postaxillaire.

La plus grande partie du bord interne de la tubérosité postérieure roule en charnière simple sur le bord interne de la

tubérosité postérieure; mais son extrémité antérieure s'articule à une petite pièce située en arrière de la fente dorsale. Cette pièce est triangulaire comme l'antésigmoïde, mais plus petite et à sommet postérieur. La tubérosité postérieure est donc comme l'osselet antérieur lié au dorsum par une double charnière, à mouvement angulaire.

Chabrier est à peu près muet sur les articulations de la base de l'aile. Le travail de von Lendenfeld a appelé mon attention sur ce point. Il a positivement reconnu les pièces mobiles qui s'articulent, l'une avec l'osselet antérieur (c'est la *supra-scapularis*), l'autre avec la tubérosité postérieure (*basilare radii tertii*). Mais je ne vois pas qu'il ait rien déduit de la forme géométrique de ces articulations. Je nomme la dernière pièce *sigmoïde*, sous l'influence d'idées théoriques qui seront développées à propos du sigmoïde des autres Insectes.

Ces deux pièces sont triangulaires, opposées par leurs bases. Conclusion : Les deux tubérosités de la base de l'aile *ne peuvent rouler autour des bords latéraux du mésonotum sans fléchir en même temps l'une vers l'autre autour d'un axe perpendiculaire à ces bords au niveau de la fente*. Nous exploiterons cette remarque en temps utile.

La *nervure postérieure* est, à sa partie basilaire, soudée à la tubérosité postérieure. Elle est à ce niveau recourbée en dehors ; elle plonge dans la dépression postdorsale, et s'unit au postdorsum par une partie striée transversalement, ce que Chabrier nomme une nervure rétractive.

On a comparé l'aile à un levier simple du troisième genre. Les Pseudo-Névroptères sont les plus propres à cette comparaison *grosso modo*, si on schématise les points à soulever par le mésonotum, le point d'appui par le sommet de l'entopleuron, et le point d'application par les points d'insertion supérieure du grand préaxillaire et du grand postaxillaire. Mais après tous les points d'application, d'appui et de résistance déjà décrits, après toutes ces combinaisons d'articulation citées plus haut, on reconnaît combien cette comparaison est superficielle.

Aile postérieure. — Elle renferme les mêmes éléments que l'aile antérieure. Les différences ne portent que sur la géométrie et la force de ces éléments.

Le bord antérieur est à peu près de la même longueur qu'au mésothorax; mais la convexité basilaire est peu prononcée. Pourquoi le serait-elle, puisque la besogne du sillage dans l'air est faite par son chef de file? C'est une observation courante que deux surfaces se mouvant dans un fluide prennent une forme d'autant plus convexe que la résistance à vaincre est plus forte. Si on confie à la nature une surface mal taillée pour la course dans ce fluide, elle finira par la dégauchir et lui donner une forme de plus en plus adéquate à ce milieu. C'est là une loi facile à constater dans le monde inorganique, et il est très probable qu'il en est de même pour la matière organisée.

La direction générale du bord antérieur diverge en arrière du bord antérieur de l'aile antérieure environ d'un angle de 30 degrés. Les autres nervures continuent la divergence de manière que la nervure postérieure métathoracique fasse avec la nervure antérieure de la même aile un angle de 60 degrés environ.

L'aile postérieure est beaucoup plus large que l'aile antérieure. Les deux ailes ne sont pas accrochées dans le vol, mais la distance qui les sépare est très peu considérable. La nervure secondaire de l'aile postérieure est plus longue que celle de l'aile antérieure. Elle fait presque un angle droit avec la nervure postérieure; on voit dans l'angle droit un voile plus étendu qu'au mésothorax. Il est, ainsi que la nervure secondaire, étroitement appliqué sur la partie renflée du début de l'abdomen.

La ligne qui passerait par cette nervure secondaire et par les alifères formerait une courbe concave en bas et en avant, à 45 degrés environ sur l'axe du corps (si nous prenons comme axe du corps la ligne qui passerait par le centre d'implantation de la tête et de la charnière abdomino-pleurale). La concavité de cette courbe mesure le plus ou moins de creux de l'aisselle des deux ailes réunies.

En somme l'aile postérieure est bâtie sur le même plan que l'aile antérieure. Son versant antérieur est un peu plus faible; mais le versant basilaire postérieur est bien plus développé.

MUSCLES DU VOL. — Avant d'étudier les muscles, nous pouvons déjà examiner quelles sont les limites des mouvements possibles.

Abaissons l'aile, sans nous préoccuper ni de l'air, ni des muscles. Nous voyons qu'en même temps l'aile se porte en avant. Soit XY la ligne de terre entre le plan de la plate-forme et un plan perpendiculaire (pl. I, fig. 3). Soit ABC la nervure antérieure dans sa position initiale; la nervure antérieure proprement dite BC forme à sa base avec l'osselet antérieur AB un angle obtus ouvert en avant. ABC représente la position d'abaissement. On voit que l'aile s'est portée en avant; pourquoi ce déplacement en avant? L'aile forme un levier triple du troisième genre. Le mésonotum est sollicité à s'élever par les extrémités basilaires des nervures antérieure, médiane et postérieure. Le dôme élastique soulevé est forcément comprimé, car les points d'attaque sont plus bas que les points de résistance. Il se développe donc une force de réaction élastique ; celle-ci se dirige du côté où il y a du jeu, c'est-à-dire en arrière, du côté de la surface tribosselée et pousse dans cette direction les petits bras de levier. Par suite les grands bras seront portés en avant; leur course sera limitée à la base par le bord postérieur de la plate-forme.

La moitié basilaire du bord antérieur a ce mouvement comme limite; mais la moitié centrifuge est exposée à une plus grande résistance de la part de l'air; elle est en outre plus flexible. La commissure articulaire forme une ligne brisée concave, *courbe de torsion*, qui empêche toute flexion de bas en haut et de haut en bas, mais qui permet une torsion longitudinale, un retournement de plan autour de cette commissure comme centre de torsion.

La forme des pièces antésigmoïde et sigmoïde entraîne une

incurvation dans la base de l'aile, c'est-à-dire que le versant postérieur se porte en avant dans l'abaissement.

La forme de l'articulation radio-basilaire nous indique que l'aile ne peut fléchir sur l'osselet antérieur uniquement que dans le relèvement de l'aile. Cette flexion coïncide avec une détorsion de la moitié centrifuge. Cette manœuvre est possible; elle aurait pour but d'éviter le choc de l'air dans le coup ascendant.

Le coup ascendant doit être très brusque; car, lorsque l'aile est abaissée, les fentes antépleurales et dorsales sont comprimées; le pivot postérieur est violenté, les branches de l'X sont bandées. Toutes ces pièces doivent réagir élastiquement pour ramener l'aile dans la position normale de relèvement. Ceci vient à l'appui de la théorie des sauts, exposée par Giraud-Teulon (*Principes de mécanique animale*, 1858, p. 325).

Cela suffit pour faire voir qu'indépendamment des muscles, en ne tenant compte que du squelette et de la résistance de l'air, le sommet centrifuge de l'aile ne décrira pas la même trajectoire dans le coup ascendant que dans le coup descendant. Il tendra à passer plus bas, et les deux portions de trajectoire se regarderont par leurs concavités, de manière à faire une courbe fermée, simple ou bouclée comme une lemniscate.

Telles sont les limites des mouvements possibles. Voyons si les muscles nous donneront d'autres éclaircissements.

Muscles du vol de l'aile antérieure. — Chabrier le premier a distingué des muscles élévateurs et abaisseurs. Ce groupement a un inconvénient; il préjuge d'une façon trop absolue de la fonction des muscles ainsi désignés. Il semble que l'aile soit comparable à un levier simple du deuxième genre, sollicité tour à tour à descendre et à monter. Mais un muscle peut être abaisseur, pris isolément, et agir cependant dans l'élévation. Nous préférons les noms tirés des pièces ou des régions anatomiques où s'insèrent ces muscles.

Je distinguerai donc des muscles *dorsaux*, *sternali-dorsaux*,

pédio-dorsaux, *pleuro-dorsaux* et *axillaires*, ces derniers étant eux-mêmes divisibles en axillaires antérieurs et axillaires postérieurs, suivant qu'ils agissent sur le versant antérieur ou le versant postérieur.

Muscles dorsaux. — Ces muscles sont formés par une paire de muscles grêles, dont chacun s'insère en avant sur la face externe de l'apophyse onguiculée, et en arrière au tiers externe de la face antérieure de l'antémétadorsum.

Ce muscle ne doit pas jouer un grand rôle comme abaisseur de l'aile ; il doit surtout brider l'écartement des deux notums.

Muscles sternali-dorsaux. — C'est un muscle puissant dont les faisceaux s'insèrent en haut sur les disques en forme de 8, et en bas sur les cupules pédicellées situées en avant de la selle entosternale.

Il tire en avant et en bas (mon plan de repère est toujours le plan horizontal passant par l'axe du corps, tel que je l'ai défini plus haut) le bord latéral antérieur du *dorsum ;* par suite, il porte le bord antérieur de l'aile en arrière et en haut.

Il faut ajouter à ces faisceaux un faisceau plus grêle, qui s'insère en haut dans l'échancrure externe du disque, et en bas au-dessous des précédents. C'est un adjuvant des sternali-dorsaux.

Muscles pédio-dorsaux. — Ce sont deux muscles agissant à la fois sur les ailes et sur les pattes.

Le muscle antérieur s'insère en haut par un tendon dur à l'angle externe de l'antésigmoïde, en bas sur la moitié antéro-externe de la hanche. Il peut, par sa contraction, soit élever le bord antérieur de l'aile, soit porter la hanche en dehors.

Le muscle postérieur s'insère en haut sur le sigmoïde. Il est élévateur de la tubérosité postérieure, et porte la hanche en dedans.

On peut se demander si ces deux muscles n'ont pas d'autre fonction que celle d'élever l'aile. Il est probable qu'ils servent

à brider l'écartement des deux tubérosités dans la période de l'abaissement.

Muscles pleuro-dorsaux. — Un muscle répond à cette dénomination. Le pleuro-dorsal est un petit muscle transversal, qui s'insère en dedans à la face externe du renfort de l'antédorsum, et en dehors sur la face interne de l'apophyse alifère ou à la base de la bifurcation du sommet de l'entopleuron.

Il pousse en bas et en arrière l'antédorsum, par suite en sens inverse l'aile. Il pourrait être considéré comme propulseur et élévateur en même temps. Sûrement, il sert de lien élastique entre le pleuron et le notum.

Muscle saxillaires antérieurs. — Il y en a deux marchant côte à côte, mais très disproportionnés comme volume.

Le *grand préaxillaire* s'insère en bas sur l'apophyse quadrilatère, et en haut dans le compartiment postéro-externe de la face inférieure de l'osselet antérieur, par l'intermédiaire d'une forte cupule.

Le *petit préaxillaire* est accolé à la partie antéro-externe du grand. Il s'insère en bas au-devant et au-dessous de l'apophyse quadrilatère, et en haut par un long tendon filiforme, dans le même compartiment que le grand préaxillaire.

Ces muscles tirent l'extrémité externe de l'osselet antérieur en dedans, en avant et en bas ; le versant antérieur est par suite entraîné dans la même direction.

Muscles axillaires postérieurs. — Nous avons un grand muscle (le grand postaxillaire) et trois petits (petits postaxillaires et muscle du tampon).

Le *grand postaxillaire* s'insère : en haut sur une grande cupule dont le pédicelle est fixé en arrière du pivot postérieur, sur l'apophyse submédiane ; en bas, sur la branche postérieure de bifurcation de l'entopleuron.

Les deux *petits postaxillaires* s'insèrent en haut sur l'angle postéro-externe de la tubérosité postérieure. Ils s'insèrent en

bas, l'un à l'origine de la crête qui sépare le mésopleuron du métapleuron, l'autre plus bas, dans la fourche du stigmate.

Le *muscle du tampon* correspond au fulco-basilaire de Chabrier. Ma désignation peut paraître bizarre ; mais Chabrier n'a rien vu de l'importance de ce muscle ; il n'en parle plus chez les autres Insectes, tandis que je le montrerai partout.

C'est ici un petit muscle dirigé d'arrière en avant. Il s'insère en arrière sur la face postérieure de la tubérosité antérieure, au niveau de son adhérence avec la nervure postérieure, et en avant par un disque échancré au niveau de l'union du pivot postérieur et de la tubérosité postérieure.

Le grand postaxillaire et les petits postaxillaires abaissent le versant postérieur de l'aile.

Le muscle du tampon augmente l'angle des deux versants, action de premier ordre au point de vue mécanique. Il protège en même temps la tubérosité postérieure contre les tiraillements des postaxillaires.

Muscles de l'aile postérieure. — Ils sont entièrement comparables à ceux de l'aile antérieure.

Les muscles dorsaux sont moins divergents de la ligne médiane que ceux du mésothorax : ils s'insèrent en avant à la petite apophyse onguiculée du métanotum, en arrière sur la face antérieure du premier anneau abdominal. Ils forment avec le plan des méso-dorsaux un angle obtus ouvert inférieurement.

Les sternali-dorsaux s'insèrent en partie sur la selle entosternale, en partie sur les cupules pédicellées qui les suivent. Le droit est rapproché du gauche inférieurement ; il en est séparé supérieurement.

Rien de particulier pour les autres muscles. La planche III fait voir leurs diverses relations.

Sur les théories du vol. — Quoique nous soyons très réservé sur ce chapitre, nous avons néanmoins des documents assez nombreux *pour tenter la critique.*

Chabrier (1) a fait une étude très soignée de la Libellule. Nous lui reprochons seulement d'avoir méconnu les caractères géométriques de la base de l'aile, de considérer l'aile comme un levier simple, mû par un groupe d'élévateurs et d'abaisseurs. Il a cru à tort qu'il n'existait pas de muscle dorsal métathoracique. Il a finalement contribué à faire considérer les Pseudo-Névroptères comme des types absolument à part, non susceptibles d'être comparés aux autres Insectes.

Poletaiew (2) s'est seulement occupé du développement des muscles d'Odonates.

Von Lendenfeld (3), dans un récent et estimable travail, a étudié l'organe du vol chez les Libellulides. Il accuse avec raison Marey et Petitgrew de n'avoir pas tenu assez compte des détails anatomiques. On ne saurait lui faire le même reproche ; car sur le notum, il ne compte pas moins d'une quarantaine de pièces chitineuses, la plupart avec un mode d'articulation spécial. Cette nomenclature nous paraît exagérée ; nous ne voyons pas que l'auteur ait dégagé un schéma mécanique simple et clair d'un rouage aussi compliqué et aussi minutieusement décrit.

Il s'attache d'autre part à démontrer anatomiquement certains faits de physiologie déjà connus. Ainsi le *radius primus* (nerv. ant.) roule sur l'humérus (terminaison de la nerv. ant.) et l'humérus sur la *scapula* (osselet antérieur) ; le *radius tertius* (nerv. méd.) s'articule en charnière avec le *basilare radii tertii*. Le *radius quintus* (nerv. post.) a, grâce à son ligament, la faculté de participer aux mouvements des deux nervures précitées. Celles-ci ont trois axes de rotation : horizontal, vertical et longitudinal. Ainsi s'expliquent ces retournements de plans alaires, signalés par certains physiologistes. L'auteur s'est bien rendu compte du phénomène de retourne-

(1) Chabrier, *Mémoires du Muséum*, t. VII.

(2) Poletaiew Nic., *Du développement des muscles d'ailes chez les Odonates* (*Horæ Soc. Entom. Ross.*, t. XVI).

(3) V. Lendenfeld, *Der flug der Libellen. Aus dem* LXXXIII B. *der Sitzb. Acad. Wisch.* I abth. März-Heft, 1881.

ment lorsqu'il parle d'axe longitudinal. Mais nous avons expliqué ce fait d'une autre façon. Les articulations scapulo-humérale et huméro-radiale ne nous apparaissent pas sous le même jour.

Il dit plus loin qu'une flexion de l'aile dans une direction perpendiculaire à sa surface est impossible : c'est une observation très juste.

M. von Lendenfeld est moins heureux dans la description des muscles. Les insertions inférieures manquent de précision. L'insertion supérieure du *flexor* (grand postaxillaire) nous déroute complètement, et nous cherchons en vain la description des muscles dorsal, pleuro-dorsal et du tampon. Chabrier était plus complet sur ce sujet.

La dernière partie de son travail est purement physiologique. La méthode des appareils enregistreurs a des inconvénients pour étudier la courbe décrite par la pointe de l'aile. Il vaut mieux dans ce but employer la photographie : les rayons lumineux sont projetés au moyen d'un héliostat sur une grande lentille, puis sur une plus petite ; ils n'arrivent dans l'appareil photographique qu'après avoir traversé un petit trou, et celui-ci peut se fermer assez vite, de manière que la lumière n'agisse que 1/2000 de seconde. L'Insecte est fixé par une aiguille enfoncée légèrement par la face sternale, et porté entre les deux lentilles.

La comparaison des divers moments photographiques a permis à l'auteur de vérifier la courbe en 8 de chiffre ; il a achevé de la rendre palpable par une épure de géométrie descriptive, ce qui est une idée hardie.

Cette courbe nous amène à parler des diverses théories qui ont été émises sur le vol. Nous citerons les principales seulement, pour les besoins et l'intelligence de notre travail, afin de rectifier celles qui seraient contraires à l'anatomie. L'historique complet sortirait de notre plan.

Borelli (1), le premier, donne une théorie sur le vol. Elle peut se réduire aux propositions suivantes : 1° l'action de

(1) Borelli, *De motu animalium*, in-4°, 2 vol. Rome, 1880.

l'aile est comme celle d'un coin ; 2° l'aile consiste en deux portions : une portion antérieure rigide et une portion postérieure flexible ; 3° la flexion ascendante de la portion postérieure a pour résultat nécessaire un transport horizontal du corps de l'Oiseau ; 4° pour résister à la pesanteur, les ailes frappent verticalement en bas.

Les idées de Borelli ont été adoptées par la majorité des botanistes suivants.

Chabrier (1), lui, ne se préoccupe nullement de certains détails, cependant bien observés, pour en déduire la nature de l'incidence sur l'air : 1° les muscles élévateurs cessant d'agir, les ressorts du tergum brusquement détendus et les muscles releveurs de l'abdomen donnent à l'animal une force centrifuge et élévatrice. Cette action est secondée par les muscles abaisseurs, qui, prenant un point fixe sur la base des ailes, attirent en haut le sternum ; 2° les pectoraux cessant d'agir, les ailes sont remises en position verticale par l'abaissement du notum et la contraction des élévateurs. Cette théorie est singulière en ce sens que les pectoraux sont considérés non comme abaisseurs des ailes, mais comme élévateurs du sternum ; il n'y aurait pour les ailes qu'une période d'activité correspondant au coup ascendant. Pendant l'élévation du corps, l'aile serait passive. Petitgrew lui reproche de négliger les muscles élévateurs, mais, loin de les négliger, nous trouvons qu'il en a abusé.

Le duc d'Argyl (2), Owen, Macgillivray (3), Bishop (4), Liais (5), Girard adoptent les idées de Borelli. Pour eux, l'aile frappe verticalement vers le bas. L'anatomie de la Libellule nous montre, au contraire, la marge antérieure de l'aile se portant en avant en décrivant une courbe.

(1) Chabrier, *loc. cit.*

(2) Le duc d'Argyl, *Reign of Law*, Goodivords, 1865.

(3) Macgillivray, *Oiseaux de la Grande-Bretagne*, 1837.

(4) Bishop, Art. MOUVEMENT de l'*Encyclopédie d'anatomie et de physiologie*, 1847. *Flight of birds.*

(5) Liais, *Sur le vol des Oiseaux et des Insectes* (*Annales des sciences naturelles. — Comptes rendus Acad. sc.*, avril 1861).

Strauss-Dürkheim compare l'aile à une tige rigide suivie d'un voile ; il lui fait aussi frapper l'air perpendiculairement.

Enfin, Marey (1), tout en apportant une analyse très minutieuse des mouvements de l'aile, ne nous donne pas une théorie nouvelle et différente de celle de Borelli. Soit un carré de papier tenu obliquement dans l'air; laissons-le tomber : il tombera en décrivant une courbe dans le sens de cette obliquité ; supposons que cette obliquité vienne à changer de sens, nous aurons une chute dans une nouvelle direction. Ce fait exact peut nous rendre compte de la théorie de M. Marey. L'aile, pour lui, se réduit à une tige flexible antérieure, suivie d'un voile membraneux. Ceci posé, abaissons l'aile : par suite de l'inégale résistance à l'air de la tige et du voile, il se forme un plan incliné suivant lequel l'aile descend. Relevons l'aile : pour les mêmes motifs, il se forme un plan incliné de sens contraire, suivant lequel l'aile remonte. Un point quelconque de cette tige décrit une sinussoïde, il suffit d'un abaissement et d'une élévation alternatifs, pour pousser l'aile en avant. La formation de courants de sens contraire peut déterminer celle d'une sinussoïde bouclée. Nous reviendrons, du reste, sur le 8, en étudiant les osselets des Hyménoptères.

Déjà, cependant, il nous semble que M. Marey n'a pas tenu assez compte des pièces de la base de l'aile et du notum; sans cela, il n'aurait pas donné à l'air une part si importante et à l'animal volant une part si minime.

Il est parfaitement exact que l'appareil musculaire peut, à la rigueur, se réduire à des muscles élévateurs et à des muscles abaisseurs, mais cela dans plusieurs directions obliques. De plus, les pièces élastiques et les articulations sont nombreuses et permettent des mouvements variés.

Il est encore exact qu'une partie de l'aile postérieure fuit en arrière dans le coup descendant; mais quelle partie? Il était important de le préciser. La partie postéro-supérieure seule fuit et se tord suivant une ligne de résistance variable, suivant

(1) M. Marey, *La machine animale*. Germer-Baillière, 1882.

la nature et la vitesse de l'aile. Au contraire, la partie postéro-interne, le versant basilaire postérieur se porte en avant, sinon pour recevoir la colonne d'air frappée, du moins pour augmenter la solidité de l'aile ou faciliter la torsion. Il est exact qu'avec la théorie de M. Marey, l'animal s'avancera; mais la sinussoïde qu'il décrira sera plutôt descendante qu'ascendante, son aile ayant trop peu de prise sur l'air frappé.

Il est facile d'obtenir cette sinussoïde descendante chez un Insecte quelconque. Il suffit, pour cela, avec de fins ciseaux, de détruire le dièdre basilaire formé par les deux versants de l'aile. On empêche la formation de ce dièdre en excisant les nervures submédiane et postérieure au niveau de leurs terminaisons basilaires. L'Insecte peut alors s'avancer... mais en tombant (1).

Petitgrew (2) a des idées très différentes de celles des auteurs précédents. Il tient compte, dans une certaine mesure, de l'anatomie de la base de l'aile; de là, une théorie plus complète. Il attribue le transport horizontal : 1° à ce fait que les ailes, à la fois pendant l'élévation et l'abaissement, sautent en avant, suivant des courbes qui, en s'unissant, forment des courbes ondulées continues; 2° à la construction des ailes (ce sont des vis ou hélices élastiques qui se tordent et se détordent quand elles sont mises en vibration, et tendent à porter en haut et en avant tout le poids qui y est suspendu); 3° à la réaction de l'air sur les faces inférieures des ailes, qui agissent toujours comme des cerfs-volants; 4° à la force toujours variable qui pousse les ailes et qui est la plus grande au commencement du coup descendant, la plus petite à la fin du coup ascendant; 5° à la contraction des muscles volontaires et des ligaments élastiques; 6° à l'effet produit par les surfaces diversement inclinées, formées par les ailes durant leurs oscillations; 7° au poids du corps. Cette dernière force agit sur l'aile de la même façon que sur notre morceau de papier.

Examinons ces diverses propositions. Le n° 1 n'est pas de

(1) Amans, *Comptes rendus Ac. sc.*, avril 1883.

(2) Petitgrew, *La locomotion chez les Animaux*. Paris, 1874.

notre compétence, c'est-à-dire que l'anatomie seule ne nous permet pas de deviner la trajectoire. Il faut y ajouter d'autres facteurs, tels que vitesse initiale, déplacements du centre de gravité, lois de la résistance de l'air. Marey aussi donne la courbe ondulée ; seulement il laisse à l'air la cause exclusive de sa formation, c'est-à-dire de la propulsion.

2° La comparaison de l'aile à une hélice nous avait d'abord séduit, mais nous verrons plus tard les raisons qui nous font pencher vers un autre type de surface gauche. Marey reproche à Petitgrew de se laisser entraîner par une simple apparence. « En admettant, dit-il, que l'aile pivote sur son axe, cette rotation se borne à une fraction de tour, puis est suivie d'une rotation de sens inverse, qui dans l'hélice détruirait complètement l'effet produit par le mouvement précédent. » La réfutation n'est point tout à fait juste : le vilebrequin de Petitgrew ne travaille pas dans le bois, mais dans l'air.

L'hélice, dans le coup descendant, présente à l'air sa concavité, dans le coup ascendant sa convexité. Or il résulte des expériences de Didion (1) que, si l'on fait mouvoir dans l'air une surface courbe dont la flèche est comprise entre le tiers et le quart de la largeur, la résistance quand la convexité est tournée en avant, n'est que les 0,77 de celle qu'éprouverait une surface plane égale à la projection de la surface courbe perpendiculairement au mouvement; tandis que, lorsque c'est la concavité qui est en avant, la résistance est représentée par 1,94, celle de la surface plane étant 1. Par conséquent, le coup d'aile ascendant aura à lutter contre une force bien moindre que le coup descendant, et l'effet produit pourra être une propulsion suivant l'axe de l'animal.

3° La comparaison avec un cerf-volant jure avec la précédente ; un cerf-volant est une surface rigide, un plan incliné tenu en équilibre par la tension d'une corde, la pesanteur et la résistance de l'air. Supposons un courant aérien dirigé contre la surface inférieure du plan incliné ; ce plan est nécessaire,

(1) Art. Résistance de l'air (*Dictionnaire des mathématiques appliquées*. Sonnet).

sinon celui qui tient la corde est obligé d'en créer un en courant, et alors rentrons dans la première hypothèse. Dans ce cas, la résultante du poids et de la poussée aérienne est normale à la surface. Si le courant augmente d'intensité, le cerf-volant monte sur le grand cercle décrit avec la corde comme rayon; s'il diminue d'intensité, le cerf-volant descend sur ce grand cercle, tend à devenir vertical et à tomber. Si on lâche de la corde, le cerf-volant monte, poussé par une force normale dans le sens du rayon; il monte en décrivant naturellement une courbe plus basse que cette direction, car il a aussi à lutter contre la pesanteur et la résistance de l'air supérieur.

On ne pourrait guère comparer ces phénomènes à ceux de l'aile que dans l'action de planer, car alors les ailes sont à peu près immobiles et forment une surface inclinée. La tension de la corde est remplacée par la vitesse initiale et par certaines évolutions volontaires de l'animal (ascension en grande spirale des vautours).

Les autres propositions se déduisent tout naturellement de la forme en hélice combinée avec l'action des muscles et le poids du corps.

En somme, la théorie de Petitgrew nous semble plus conforme à l'anatomie que celle de Marey. Pour mieux dire, il y a un peu de vrai dans toutes les théories que nous avons examinées; et, d'un autre côté, toutes nous semblent pécher par la base de l'aile. Voici les réflexions que nous inspire l'*Æschna.*

1° *Coup descendant.* — Les sternali-dorsaux cessant de se contracter, la conque *thoracique* trop comprimée se détend trop brusquement; les grands axillaires se contractent en même temps, chacun suivant sa direction particulière, l'antérieur plus en avant. Sous l'influence des grands axillaires et de leurs satellites, le versant antérieur de l'aile est porté en avant en bas, l'extrémité de l'aile décrivant un arc oblique par rapport à l'axe de l'animal, et venant s'appuyer dans l'espace au delà du niveau de la tête. Le ptéropstigma indique le niveau du point d'appui, c'est lui qui relie la nervure antérieure à la ner-

vure médiane. C'est de lui que part la ligne de moindre résistance; cette ligne, qui a frappé M. Marey, existe réellement; mais, nous le répétons, dans la partie postéro-supérieure seulement, car le versant postérieur, loin de s'échapper en arrière et en haut, se porte lui aussi en bas et en avant, mais moins vite en avant, à cause de la direction de ses muscles axillaires.

Le muscle du tampon doit jouer ici un grand rôle en maintenant et augmentant le dièdre des deux versants. Il donne une grande solidité à la base de l'aile et favorise la torsion longitudinale de l'aile, torsion dont nous avons démontré la possibilité, et qui doit avoir pour but d'utiliser le maximum de résistance de l'air.

En résumé, l'aile s'empare de la colonne d'air frappée par son extrémité antéro-centrifuge, se tord sur elle et la refoule graduellement vers la base du versant postérieur. L'extrémité de l'aile, frappant l'air avec la plus grande vitesse, et par suite avec la plus grande intensité, se fixe dans l'espace, pendant que la colonne d'air vient soulever l'animal par les aisselles et le projette en haut.

2° *Coup ascendant.* — L'aile se détord sous l'action des forces élastiques et des sternali-dorsaux. Comme elle présente à l'air supérieur des surfaces convexes, la force d'impulsion donnée par le coup descendant n'est pas sensiblement ralentie.

Voilà le phénomène brut, sans appréciation de vitesse initiale, ni du centre de gravité, ni du nombre ou de l'angle des vibrations. C'est uniquement l'exposé d'une série de mouvements possibles. On voit cependant, dans ce court exposé, figurer des facteurs à peu près nouveaux dans la discussion : la condylarthrose à flexion de la base du plan antérieur, les réactions élastiques du dorsum, du postdorsum, des pivots mobiles, la commissure articulaire ou courbe de torsion, la courbe de moindre résistance et le dièdre basilaire.

Ailes artificielles. — C'est la morale obligée de toute

étude sur le vol. Les ailes artificielles de Borelli, de Marey, sont conformes aux théories de leurs auteurs : une tige plus ou moins rigide suivie d'un voile membraneux. Les expériences de Marey sont très ingénieuses, surtout au point de vue de la transmission des forces au moyen d'un courant d'air comprimé. Il a réussi ainsi à faire tourner un appareil mobile autour d'un axe vertical; mais ce n'est pas là le cas d'un appareil véritablement aérien; et, dans ce cas, nous conservons des doutes sur l'efficacité d'ailes ainsi construites.

Petitgrew a construit une aile ondulée spirale qui se tord et se détord pendant son action pour former une vis ou une hélice mobile; l'aile peut être mise en mouvement par la vapeur à l'aide d'un piston à action directe. La marge antérieure de l'aile est formée par un roseau élastique courbé de haut en bas; à cette marge sont attachés des roseaux élastiques amincis qui rayonnent vers l'extrémité de l'aile et se courbent également de haut en bas. Ces derniers sont disposés de manière à donner à l'aile un certain degré de spiralité, les marges antérieure et postérieure étant disposées en divers plans, de manière à paraître se croiser. L'aile est attachée à côté du cylindre et sa racine s'y meut dans une articulation en boule. Des chaînes mobiles relient la base de la tige aux extrémités opposées du piston; des cordes *élastiques inférieure* et *supérieure* aident à élever et à abaisser l'aile.

On voit que l'auteur a senti la nécessité d'appliquer certaines substances élastiques à la base de l'aile, et que cette base peut se mouvoir dans tous les sens, ce qui est un progrès sur l'aile de Borelli, mais en même temps une exagération; car la base de l'aile ne peut pas se schématiser par une articulation en boule. Petitgrew a encore tenu compte de ce fait, que l'aile véritable est une surface gauche, à concavité inférieure, et dont la base se meut dans plusieurs plans verticaux. Mais est-ce tout? Que signifie donc cette insertion spiralée de la base des ailes?

Comme nous l'avons énoncé pour l'*Æschna*, et comme nous le démontrerons pour tous les Insectes, la base de l'aile

forme une espèce de dièdre dont les deux plans basculent autour d'un pivot fixe (apophyse alifère) et dont l'arête (nervure médiane) est reliée à sa symétrique par un système spécial de ressorts. L'air vient frapper le versant postérieur, où une nervure munie d'une voile lui résiste. L'auteur anglais a négligé ce détail qui doit avoir son importance, puisque nous le trouverons chez tous les Insectes. En le négligeant, il construit une aile toute nue, exactement comme celle de M. Marey. La surface de l'aile a beau être hélicoïdale, nous ne voyons pas sa grande supériorité sur celle de M. Marey. L'aile ondulée peut, il est vrai, tourner dans tous les sens à la base de l'aile ; mais là encore la direction de cette rotation est réglée uniquement par l'air, et ce n'est pas le cas des Insectes, dont la volonté est souveraine en pareille matière.

Quant à la surface alaire, est-ce bien une hélice? M. Marey n'a pas tout à fait tort lorsqu'il parle de plan. Nous soulevons déjà cette question, bien que les éléments nous manquent encore pour la juger. Mais nous verrons plus tard que la surface alaire a une directrice et des génératrices telles qu'elle en impose souvent, soit pour un plan, soit pour une hélice, sans cependant être jamais ni l'un ni l'autre.

II. — **ORTHOPTÈRES.**

J'ai disséqué dans cet ordre des Criquets, Locustes, Blattes, Mantis. J'ai choisi comme type une grande Locustide de Saïgon, tant à cause de son volume que de la simplicité de ses articulations.

La figure 1 de la planche IV (voy. *Revue des sciences naturelles*, 1884, *Sur les organes du vol des Orthoptères*, Amans) montre l'animal au repos. Les ailes antérieures sont très larges et beaucoup plus longues que le reste du corps ; elles recouvrent les ailes postérieures et sont repliées sur les flancs, contrairement aux ailes des *Libellulides*, qui se tiennent droites. Ouvrons les ailes et examinons leurs diverses projections ; on a ainsi une idée générale de la surface alaire. On voit bien

nettement qu'elle n'est pas plane; la base est formée de deux versants inclinés, l'un en avant, l'autre en arrière, à angle dièdre, obtus, ouvert inférieurement. Cet angle est bien marqué à la base, mais le sommet s'arrondit et devient nul à mesure qu'on s'avance vers l'extrémité de l'aile.

Au repos, le versant antérieur est appliqué contre les flancs, et le versant postérieur sur le dos; les bords basilaires sont légèrement repliés en dessous, ceux du dernier soutiennent une membrane molle comme chez l'*Æschna;* comme direction, le bord antérieur est en regard du grand sillon mésopleural, qui correspond à l'entopleure. Le bord postérieur est oblique de dehors en dedans, d'avant en arrière. Le plan de raccordement, c'est-à-dire la portion centrifuge de l'aile qui relie les deux versants basilaires, a la forme d'un segment elliptique; du côté courbe, il forme l'extrémité arrondie de l'aile; des deux autres côtés, il s'enfonce comme un coin entre les deux versants, entre la nervure médiane et la submédiane.

Remarquons encore un détail sur le plan postérieur : il est très épais et renforcé par une forte commissure formant une crête en bas, un sillon correspondant au-dessus. Cette commissure se dirige de la nervure post-perpendiculairement sur la nervure submédiane. Une autre commissure parallèle, mais plus faible, limite en arrière le coin compris entre les nervures médiane et submédiane. Toutes ces fortifications ont leur utilité; c'est dans la partie postérieure du gouffre axillaire que l'air vient butter, et favorise l'ascension du thorax. Si, pour une cause quelconque, la résistance de ce plan est détruite, l'ascension est supprimée. A ce propos, une petite expérience.

Soit un Acridium vivant (il est probable que les résultats seraient les mêmes avec la Locustide que nous avons prise pour type, car l'anatomie est pareille). L'Acridium fait un bond à l'aide de ses pattes postérieures; arrivé au point culminant de sa courbe, il a les ailes étendues et s'en sert, soit pour voler un moment, soit pour retomber sur le sol en para-

chute. Dans ce dernier cas, la forme de la parabole est changée, mais la branche de chute est toujours de sens opposé à la branche d'ascension, c'est-à-dire qu'elle occupe une position symétrique par rapport à celle-ci. Détruisons maintenant, par une excision insignifiante, la concavité, la résistance du plan postérieur dans les quatre ailes, et examinons la nouvelle allure de l'Acridium. Il se prépare, déplisse ses ailes et les fait vibrer rapidement; le voilà qui s'arc-boute sur ses jarrets et bondit; il a ses ailes ouvertes et va retomber... le plus souvent vers le point initial du saut, de sorte que la branche descendante est de même sens que la branche ascendante.

Tout se passe comme si vous lanciez obliquement dans l'espace un carré de papier un peu fort; arrivé au haut de sa course, il redescend presque par le même chemin. Voilà des faits dignes d'être retenus, si l'on veut construire des ailes artificielles. Les ailes artificielles de MM. Marey et Petitgrew ne sont pas basées sur ce principe, et c'est un tort.

La charpente de l'aile est formée par six nervures : *proantérieure*, *antérieure*, *subantérieure*, *médiane*, *submédiane*, *postérieure*. Les plus apparentes dans l'aile antérieure sont la médiane et la submédiane; les autres ne sont bien marquées qu'à la base. La membrane de l'aile est assez dure, ce qui a valu aussi à l'aile antérieure le nom d'élytre, par comparaison avec les Coléoptères.

La *nervure médiane* ne s'articule pas directement avec le dorsum; elle a la facilité de tourner sur une pièce quadrilatère (*lame carrée* Sauss.) (1), qui roule en charnière simple sur le dorsum et en condylarthrose sur l'apophyse alifère. C'est une différence considérable avec l'*Æschna*. L'explication anatomique de ce fait, c'est que les ailes des Orthoptères se plissent et non celles des Libellules. Dans le déplissement, la nervure médiane entraîne avec elle le plan antérieur et le plan postérieur, dont elle est l'intersection; les nervures antérieure et postérieure tournent de leur côté autour de la lame carrée ; à

(1) *Annales des sciences naturelles*, 5e série, t. X, p. 161.

cela près, les nervures ont entre elles les mêmes positions respectives dans les deux ordres d'Insectes : les nervures pro-antérieure, subantérieure, submédiane sont inférieures, spécialement alo-pleurales, tandis que les nervures antérieure, médiane et postérieure sont supérieures, spécialement alo-dorsales. En d'autres termes, les unes attachent la base de l'aile aux flancs, les autres au dos.

Dans le creux de l'aisselle, on voit la *nervure submédiane* se terminer par une sorte de ligne brisée, flexible, saillante. A cette saillie correspond sur la face supérieure une cavité limitée en arrière par la nervure postérieure. C'est la *dépression submédiane.*

La *nervure postérieure* est liée à la lame carrée et au mésonotum par une surface mobile ; celle-ci renferme un osselet muni d'une saillie qui vient butter contre le bord postérieur de la lame carrée. Nous nommons *osselet terminal* cet osselet et *tampon* cette saillie.

Le terminal correspond à la partie de la nervure postérieure des Pseudo-Névroptères qui est soudée à la tubérosité postérieure, et le tampon à la partie de cette tubérosité qui donne insertion au petit muscle dit du tampon.

Les figures 4, 5 (pl. II) montrent les divers mouvements possibles autour de la lame carrée. Le plan de l'osselet terminal *r m p* tourne suivant la ligne *m r* et s'abaisse. Le plan *r p q* le suit sans brancher dans ses rapports avec lui, car la ligne *r p* est rigide ; la ligne *m p* est au contraire à charnière, de sorte que le plan *m q*, poussé par derrière par les plans *r m p* et *r p q*, vient butter en avant contre les parois de l'antépleure, par l'intermédiaire du plan *a c b*. Il se relève alors sur le plan terminal, et leur angle tend à zéro. Le plan du tampon s'éloigne de la lame quadrilatère, pendant que le plan *a m b* s'en rapproche, c'est-à-dire dans le déplissement et inversement. Au commencement du déplissement total, notre dièdre basilaire est constitué : 1° par l'ensemble des plans *a m b*, *b m d* formant le versant antérieur ; 2° par l'ensemble des plans *r m p*, *m p q*, *r p q* formant le versant postérieur.

L'étendue relative de chacun de ces versants est très différente dans les deux ailes, comme nous le verrons plus loin.

Ces déplacements de nervures constituent la phase de déplissement, une sorte de période de mise au point. Quelle est la direction de l'arête du dièdre dans ce déplacement? La figure 3 (pl. III) nous en donne une idée approximative.

Soit xy une ligne de terre passant par le diamètre longitudinal; le plan horizontal est choisi passant par ce diamètre, et la tête o de la nervure médiane om est la portion initiale de la nervure médiane. Cette portion est sensiblement parallèle au bord antérieur de l'aile : elle est vue en perspective dans la période de l'aile au repos om, et vue dans la période de déplissement om, $o'm'$; om, $o'm$ sont les projections horizontales et verticales dans les deux cas. Cette figure n'a rien à démontrer; c'est une façon de représenter que la nervure médiane se porte de bas en haut et d'arrière en avant. La différence des angles en projection montre que la nervure gagne plus de terrain d'arrière en avant que de bas en haut.

Le déplissement accompli, la membrane molle qui suit la nervure postérieure est tendue comme un voile. Alors la lame carrée s'abaisse à son tour, et détermine les battements alternatifs.

En résumé, lorsque l'animal prend son vol, son aile antérieure est portée en avant et en haut, plus vite en avant qu'en haut; à mesure qu'elle monte, la base de la nervure submédiane se détend; l'angle des deux versants basilaires diminue, le voile s'étend, le gouffre axillaire augmente. A ce moment l'animal vu de face, présente, ailes et collier compris, l'aspect d'une proue renversée. L'air s'engouffre sous les deux ailes et soulève l'Insecte.

Aile postérieure. — Nous allons retrouver tous les éléments de l'aile antérieure, mais avec une particularité notable : le *versant antérieur est insignifiant; c'est le versant postérieur qui domine.*

Les nervures *proantérieure* et *subantérieure* s'insèrent par l'intermédiaire de membranes molles sur le bord supérieur de l'antépleuron. La *nervure antérieure* est mollement unie aux bords antérieurs de la lame carrée et du dorsum ; elle se prolonge, ainsi que la subantérieure, jusqu'à l'extrémité libre de l'aile. Le bord antérieur est sensiblement rectiligne dans sa moitié basilaire, différant ainsi notablement de son homologue du mésothorax. La nervure proantérieure du mésothorax, comme nous l'avons vu, descend dans le grand sillon entopleural, et se recourbe ensuite pour se continuer avec le reste du bord antérieur, en formant à ce niveau un angle de 100-120 degrés. La nervure proantérieure du métathorax fuit, à partir de son origine, immédiatement en arrière, d'abord parallèlement à la nervure antérieure ; un centimètre plus loin, elle se termine.

En somme, le premier versant se réduit à une longue et étroite marche d'escalier; arrivés sur la marche suivante, nous sommes sur la nervure médiane, et par suite sur la zone du plan de raccordement et du plan postérieur.

Une nervure secondaire part de la dépression submédiane et limite en avant d'elle toute une portion d'aile, ayant une forme lancéolée, et semblant constituer une aile indépendante (*Meconema*, *Acridium*, etc.). On peut considérer cette nervure secondaire comme la *nervure submédiane*.

Nous retrouvons dans la nervure submédiane la terminaison en zigzag sur les parois de la dépression submédiane. Elle forme une ligne de plissement, entre le versant antérieur et entre la surface mobile qui renferme le terminal ; ce système de plissement est analogue à celui d'un livre dont les pages seraient triangulaires, au lieu d'être rectangulaires. Le dos du livre est la ligne de plissement ou l'arête commune des deux triangles. Le sommet antérieur de l'arête est fixé à l'angle antéro-externe de la lame carrée. Ce triangle interne roule sur le bord externe de cette lame et sur le postdorsum ; le triangle externe est lié d'une façon rigide à la nervure médiane. Enfin les côtés formant la base de notre livre sont

exhaussés, renflés; ils constituent l'*arcade terminale.* La partie antérieure de l'arcade donne naissance à deux ou trois nervures; la partie postérieure à une dizaine de nervures secondaires.

Toutes les nervures secondaires qui partent de l'arcade terminale sont les analogues de la nervure postérieure des Pseudo-Névroptères. Elles forment les neuf dixièmes du versant postérieur, plus de la moitié de l'aile entière. Cette partie n'existe pas dans l'aile antérieure; elle n'y est représentée que par la bordure molle qui fait suite aux bords repliés de la terminaison de la nervure postérieure. Dans la partie postérieure de l'arcade terminale, on peut compter une dizaine de nervures, de plus en plus courtes, à mesure qu'on va d'avant en arrière : la première a 7 centimètres, la dernière 1 centimètre. Cette gradation se continue en avant; la submédiane mesure 8 centimètres et la portion lancéolée.

L'aile postérieure est plissée en *éventail.* Je tiens déjà à faire remarquer que *cet éventail n'est pas hélicoïdal.* Si l'on regarde les nervures de l'arcade terminale comme les génératrices du versant postérieur de l'aile, on voit, d'après leur direction, qu'elles n'iront jamais s'appuyer sur un axe commun, ce qui serait le cas d'une surface hélicoïdale.

Par suite du grand nombre de nervures secondaires, la base des ailes postérieures est plus large qu'au mésothorax. L'osselet terminal et le tampon sont plus volumineux.

Lorsque le tampon s'éloigne du côté postéro-interne de la lame carrée, la base de la nervure antérieure se rapproche du côté antérieur dans le déplissement, et inversement dans le repliement. L'osselet terminal s'insère en outre par la base commune renflée des nervures postérieures, entre les deux branches du postdorsum.

La *lame carrée* tourne sur le côté postérieur du coude dorsal, sur une charnière oblique de bas en haut, de dedans en dehors, d'arrière en avant. Elle est formée de deux parties : une partie interne qui roule sur le dorsum, et une partie externe qui se prolonge inférieurement et roule sur la partie posté-

rieure de l'apophyse alifère. La *nervure subantérieure* chevauche sur la face antérieure.

La *nervure proantérieure* s'articule en syndesmose avec l'appareil de pronation, par l'intermédiaire d'une petite tige mobile, que nous retrouverons chez les Hyménoptères térébrants. Cette tige est homologue du bord antérieur de l'osselet antérieur des Pseudo-Névroptères.

Pénétrons dans la cage, dans la base de l'aile postérieure. Nous voyons l'entosternum s'enfoncer sous le rebord du dôme, où elle constitue une tête courbée en arrière, le *pivot fixe*. En avant du *pivot fixe*, l'antépleuron forme l'*appareil de pronation*, composé de deux lames spatuliformes; la postérieure s'appuie sur l'entopleuron; l'antérieure sur la crête antépleurale. Les deux lames s'affrontent par leurs parties élargies, et peuvent fléchir l'une sur l'autre, grâce à une articulation fissurale : c'est la *fente antépleurale*. Une crête transversale horizontale réunit l'entopleuron à la crête antérieure de l'antépleuron, et sert de base à l'appareil de pronation.

L'appareil de pronation constitue une espèce de ressort, qui tend à réagir si on presse sur l'articulation fissurale.

Nous pouvons maintenant analyser un peu plus à fond les mouvements de l'aile.

1° *Période de déplissement.* — Le versant antérieur pivote sur la face antérieure de l'apophyse alifère par la terminaison de la nervure subantérieure, s'avance et monte pendant que la lame carrée légèrement culbutée de dehors en dedans abaisse le coude dorsal. Le versant postérieur s'ouvre comme un livre, tourne sur la lame carrée; l'éventail se déploie. Ce mouvement de déplissement tire l'appareil de pronation en dehors.

2° *Période d'abaissement.* — La lame carrée s'abaisse, ainsi que l'appareil de pronation; par contre, le coude dorsal s'élève. Nous avons ainsi un levier du troisième genre, s'appli-

quant au coude dorsal. Le métanotum a assez de jeu en avant; mais en arrière, il peut simplement tourner autour d'un axe horizontal, transversal, comme nous le verrons plus tard. La résultante du levier aura donc pour résultat, soit en abaissant l'aile, de porter le dorsum en haut et en arrière, soit en élevant l'aile, l'inverse : dans le premier cas, il y a contraction, voussure du dôme tergal, dans le second extension.

Par conséquent, s'il y a des muscles qui déterminent soit la voussure, soit l'extension, ils seront soit abaisseurs, soit élévateurs. D'une manière générale, les muscles agissant sur le bras de levier externe seront abaisseurs; ceux, au contraire, qui agissent sur le bras interne seront élévateurs.

Pleuro-sternum. — On peut séparer à la lancette un mésopleuron et un métapleuron; mais le mésosternum est fortement soudé au métasternum.

Chaque segment alaire est partagé en deux parties par une grande crête allant du milieu du cercle pédieux au niveau du coude dorsal : c'est l'*entopleuron*. Elle se termine, en bas, par l'*apophyse pédio-pleurale*, en forme de bottine très pointue, dont le talon sert de pivot à la hanche. De chaque côté, sur la face externe du cercle, se trouve un parapet formant de chaque côté du pivot une petite éminence pour l'insertion des muscles. La hanche roule d'un mouvement conique autour du talon de l'apophyse pédio-pleurale.

L'*antépleuron du mésothorax* est intimement soudé au sternum, tandis que celui du métathorax en est séparé par une partie molle.

Nous avons vu que le bord supérieur des antépleures formait l'appareil de pronation. Leurs bords supérieurs se recourbent en dedans; on peut donner le nom de crêtes à ces parties recourbées.

Les *postpleures* sont plus grands que les antépleures; ils sont mollement réunis au sternum. Le bord postérieur du postmésopleure est, comme chez l'*Æschna*, mollement uni au mésonotum; mais celui du postmétapleure forme une forte crête,

qui se continue en haut avec le bord antérieur dorsal du premier anneau abdominal, de manière à faire un cercle rigide complet, sur lequel viendra basculer le métanotum.

Les deux *sternum* ont chacun la forme d'un toit trapézoïde à quatre versants ; partant d'une ligne de faîte horizontale à celle-ci, correspond une forte apophyse à deux cornes : c'est l'*entosternum*. Chacune de ces cornes est creuse et s'ouvre inférieurement sous le plancher sternal. L'extrémité des cornes est élargie, creusée d'une rigole, sur laquelle s'appuie la pointe de l'apophyse pédio-pleurale. Le pont ainsi formé sert à l'insertion de muscles pédieux ; il donne, en outre, une grande solidité à l'union du pleuron et du sternum.

L'entosternum du mésothorax est suivi d'une apophyse médiane munie de deux paires de tendons musculaires.

Mésonotum. — Nous retrouvons chez les Orthoptères les trois principales divisions du mésonotum des Pseudo-Névroptères : *antédorsum*, *dorsum* et *postdorsum*. Seulement le *dorsum* est beaucoup plus convexe, et les deux autres segments profondément modifiés.

L'*antédorsum* forme une lame verticale échancrée en son milieu. De chaque côté de l'ouverture, elle porte deux palettes en forme de croissant, soudées à son bord inférieur. L'extrémité externe du croissant donne sur sa face postérieure insertion au pédicelle fibreux d'une forte plaque musculaire. L'antédorsum est solidement uni au prothorax par une forte membrane attachée à son bord supérieur, et par des muscles qui s'insèrent sur la face antérieure des palettes.

Le *dorsum* présente latéralement deux dépressions : une petite dépression en avant, la dépression antédorsale correspondant à celle du renfort chez les Libellules, et une postérieure beaucoup plus grande, la dépression postdorsale. Les deux dépressions sont séparées par une fente très étroite remplie de chitine moins dure. La dépression postdorsale est formée en avant par le versant postérieur du dôme dorsal, et en arrière par le versant antérieur du *postdorsum*.

Le bord latéral de cette dépression forme une ligne brisée dont les deux côtés correspondent à chacune de ces parties, et dont l'angle obtus de 120 degrés environ, regarde en dedans et en haut. Le côté antérieur s'articule avec le bord interne de la lame carrée ; le côté postérieur avec un osselet triangulaire, très convexe supérieurement, articulé en dehors avec le terminal, et que pour cette raison nous appelons *dorso-terminal.*

Ces articulations sont des charnières simples ; la première est linéaire. Celle du dorso-terminal avec le *postdorsum* est légèrement sinueuse avec peu de jeu. Celle du dorso-terminal avec le terminal est très lâche.

Si nous joignons à cette ligne brisée la ligne qui va de la fente à l'extrémité de l'*antédorsum*, nous aurons tout le bord latéral du *mésonotum.* L'ensemble est une ligne brisée à trois côtés. Nous avons vu les deux derniers ; le premier est lié mollement à la nervure antérieure (nous n'avons pas ici d'antésigmoïdes) ; il forme avec le second côté un angle de 120 degrés environ, ouvert en dehors et surtout en bas. Cet angle est le plus important de cette ligne brisée : c'est un des premiers facteurs du dièdre basilaire formé par les deux versants de l'aile.

Le *postdorsum* forme une lame verticale arciforme, à concavité inférieure. Le milieu ou sommet de l'arc est séparé du dorsum par une *éminence nasiforme,* à laquelle correspond une fosse sur la face intrathoracique ; il y a aussi une fosse à ce niveau chez les Pseudo-Névroptères, mais moins prononcée. Que signifie cette éminence nasiforme ? Nous la retrouvons à peu près chez tous les Insectes, là surtout où les muscles dorsaux sont très développés. Elle doit avoir une certaine importance mécanique : c'est un rendez-vous, un centre de passage pour les forces de contraction ou d'extension de la voûte dorsale, pour toutes les forces qui agissent sur le versant postérieur de l'aile.

Je schématiserais volontiers le mésonotum par un X bissecté par un T, le point d'entre-croisement correspondant à l'éminence nasiforme. Nous reviendrons sur ce schéma à propos des Coléoptères.

Le postdorsum est lié mollement et en écaille par son bord inférieur avec le bord supérieur de l'antémétapleuron. Quant à son extrémité externe, nous avons vu qu'elle était en relation avec le dorso-terminal.

Nous ne voyons pas d'appendice analogue à la surface trilobée des Libellules.

Métanotum. — Il est plus long et plus flexible que le *mésonotum*. L'*antédorsum* est plus faible que son homologue; le *postdorsum* y est plus développé. Il est formé d'abord d'une partie semblable à celle du *mésonotum*. Son bord inférieur est lié mollement et en écaille au méridien antérieur d'un petit dôme fusiforme, découpé en tranche de melon. Le méridien postérieur fait corps avec le cercle postérieur; nous avons dit plus haut que ce cercle était formé par la fusion du postpleuron et du premier anneau abdominal. La crête du postpleuron s'élargit supérieurement sous forme de palette étroite et mince.

L'extrémité externe du *postdorsum* présente deux apophyses remarquables : 1° en dedans et en bas, une apophyse anguleuse qui s'enfonce dans une échancrure concordante du cercle postérieur, au niveau de l'extrémité du dôme fusiforme. Il en résulte que le postdorsum peut fléchir légèrement sur le dôme, autour d'un axe horizontal passant par les extrémités de ce dôme; 2° en dehors et en avant, une apophyse s'articulant avec le terminal. C'est l'analogue du dorso-terminal. Elle est flexible sur le postdorsum. Plus en arrière, on voit le bord supérieur du postdorsum donner attache à l'arcade des nervures secondaires postérieures.

Le bord latéral du métanotum présente une ligne brisée à trois côtés comme au mésonotum. Unissons les deux lignes brisées, leur ensemble forme une sinussoïde non plane, dont la courbure générale est concave inférieurement. En projection verticale, deux angles dominent, les antérieurs de chaque segment, ceux qui correspondent au dièdre basilaire. Nous pouvons négliger les autres, correspondant au dorso-terminal,

au repliement de l'aile, c'est-à-dire à une fonction moins importante dans le vol. Lorsque les deux ailes sont étendues, on voit nettement les quatre versants basilaires correspondant à ces deux angles. Mais ces versants ne se continuent pas jusqu'au bout de l'aile.

Par suite de la prédominance du versant antérieur dans l'aile antérieure, du versant postérieur dans l'aile postérieure, l'ensemble des deux ailes a le facies d'une aile simple dont les versants constitutifs seraient formés par le versant antérieur de l'aile antérieure, et par le versant postérieur de l'aile postérieure. Un autre fait qui milite en faveur de cette assimilation des deux ailes à une aile unique, c'est la direction de deux lignes de bascule, des lames carrées. J'appelle ainsi la ligne de soudure qu'on voit sur la face supérieure de la lame carrée, et qui correspond à la lame de roulement sur la face postérieure de l'apophyse alifère. La première, celle du mésothorax, se dirige de bas en haut, en avant et en dehors, à peu près à 45 degrés dans tous les sens, tandis que la seconde est presque parallèle à l'axe du corps, et légèrement inclinée de bas en haut. On en conclut que le versant antérieur de la première aile est poussé à peu près également en avant, en dedans et en bas, tandis que le versant postérieur de la deuxième aile se porte surtout en avant ou en dedans. Ces directions sont conformes à celles des versants antérieur et postérieur d'une aile type unique.

On pourrait en tirer cette conclusion que, *dans un système de deux couples d'ailes, le dièdre basilaire existe non seulement dans chacun d'eux, mais dans leur ensemble.*

MUSCLES DU VOL

Je suivrai la même division que chez l'*Æschna.*

Muscles du mésothorax. Dorsal. — Puissant muscle qui s'insère en avant sur la palette de l'antédorsum, en arrière sur la face antérieure de la palette antédorsale du métanotum.

Il y a en outre d'autres faisceaux, qui s'insèrent sur l'antédorsum au-dessus de la ligne de soudure de la palette, et se rendent soit sur la palette antémétadorsale du même côté, soit sur sa symétrique. Il y a donc croisement de fibres.

Ce muscle raccourcit le diamètre longitudinal ; le diamètre transversal augmente; le sommet de l'angle au dièdre, le coude dorsal, marche en dehors, en haut et en arrière. La lame carrée bascule sur l'entopleure. Le versant antérieur de l'aile situé de l'autre côté va en sens contraire, c'est-à-dire en bas et en avant.

Ce que devient le versant postérieur est peu important, car il ne joue pas un grand rôle au mésothorax; mais dans le métathorax, sous l'influence du muscle homologue, le versant postérieur déplisse graduellement ses dernières nervures, et roule sur la colonne d'air.

Hâtons-nous d'ajouter que le déplissement, pour être complet, réclame le concours des préaxillaires.

Muscle dorso-latéral. — Je nomme ainsi un muscle de moyen volume, plus court que le précédent, qui va d'arrière en avant, et en haut de la palette antémétadorsale au bord latéral postérieur du dorsum.

Il porte ce bord et par suite la charnière de la lame carrée en arrière et en bas. Il peut donc agir comme satellite soit du dorsal, soit des sternali-dorsaux.

Muscles sternali-dorsaux. — Il y en a cinq :

1° { Tendon antéro-interne de la hanche.
Face inférieure de l'angle antéro-externe du dorsum.

Ce muscle abaisse l'angle antéro-externe du dorsum. Il peut agir dans le relèvement de l'aile, dans la torsion de l'aile, et dans ce dernier cas, il coopère avec le muscle du tampon.

2° { Antésternum, en avant de la base de la grande corne entosternale.
Extrémité externe de la palette antédorsale.

Tire l'angle antéro-externe du mésonotum en dedans et en bas.

3° { Tendon postéro-interne de la hanche.
Sur le dorsum au niveau et en dedans de la fente dorsale.

Tire le coude dorsal en bas et légèrement en arrière. Porte la hanche en arrière.

4° { Face postérieure de la hanche par un tendon plus profond que le précédent.
Zone latérale du dorsum, un peu en avant et en dedans du précédent.

Même action que le précédent, auquel il est accolé, mais non parallèle. L'ensemble forme une espèce de surface gauche, dont l'importance mécanique m'échappe pour le moment (1).

5° { Tendon postéro-externe de la hanche.
Dépression postdorsale, un peu en avant et en dehors de l'articulation du postdorsum avec le cercle postérieur.

Tire en bas et légèrement en dehors la dépression postdorsale. Porte la jambe en arrière et en dehors.

Tous ces muscles agissant ensemble, abaissent le bord latéral du mésonotum, et avec lui la lame carrée, et par suite élèvent l'aile. Mais on voit aussi que chacun a une action spéciale dont il faudrait tenir compte dans les hypothèses sur le vol.

Remarquons encore que de ces cinq muscles, le second est le seul qui soit vraiment sternali-dorsal ; les autres sont plutôt des pédio-dorsaux et servent à deux fins.

(1) A ce point de vue, les muscles des Invertébrés ont été peu étudiés. En revanche, la géométrie des muscles chez les Vertébrés a été savamment observée et exposée par le Rév. Samuel Haughton : *Principles of animal mechaniks*. London, 1873.

Muscles axillaires antérieurs. — Ils se composent de deux grands préaxillaires et d'un petit antédorso-axillaire.

1° L'un des deux préaxillaires s'insère en bas sur l'antésternum à côté et en dehors du deuxième sternali-dorsal; en haut, sur la moitié antérieure de l'appareil de pronation.

2° L'autre préaxillaire va du parapet antérieur de la hanche à la moitié postérieure de cet appareil.

Ces deux puissants muscles tirent en bas et en dedans l'appareil de pronation, et par suite, le versant antérieur de l'aile.

3° L'antédorso-axillaire est un petit muscle qui va de la face supérieure intrathoracique de l'appareil de pronation à la face postérieure de l'extrémité externe de l'antédorsum sur la plaque pédicellée déjà mentionnée.

Ce muscle joue un rôle de ligament élastique, réagit contre les tiraillements des précédents. Dans tous les cas, il est dirigé d'arrière en avant, en dedans et en haut. Il sera complémentaire du grand dorsal, ou antagoniste des préaxillaires, suivant que l'on supposera fixée l'extrémité antérieure ou l'extrémité postérieure.

Muscles axillaires postérieurs. — On y remarque un grand postaxillaire et le muscle du tampon.

1° Le *postaxillaire* est un muscle volumineux, allant du parapet postérieur de la hanche à une cupule, qui est fixée à la face inférieure du terminal.

Tire en bas l'extrémité inférieure du terminal.

2° Le muscle du tampon va de l'apophyse de ce nom à la face postérieure de l'apophyse alifère.

Il réagit contre les tiraillements du postaxillaire, porte en avant et en bas le terminal et par suite le versant postérieur du dièdre basilaire.

Muscles du métathorax. — Les muscles du métathorax sont entièrement comparables à ceux du mésothorax. Ils en diffèrent par le volume seulement. Les préaxillaires et surtout le postaxillaire sont beaucoup plus volumineux; la cupule du

postaxillaire est énorme, ce qui concorde avec le grand développement du versant postérieur.

COMPARAISON ENTRE ORTHOPTÈRES ET PSEUDO-NÉVROPTÈRES.

Après avoir étudié le thorax chez des types aussi tranchés que les Orthoptères et les Pseudo-Névroptères, il est intéressant de voir les points de comparaison.

Chez l'*Æschna*, les quatre ailes sont membraneuses; chez les Orthoptères, les antérieures sont dures, rigides, et les postérieures membraneuses à surfaces beaucoup plus grandes, par la forte prédominance du versant postérieur; l'ensemble de ces deux ailes se comporte comme une aile unique de l'*Æschna*. Chez celle-ci, en effet, quoique le versant antérieur de l'aile antérieure et le versant postérieur soient respectivement l'un plus fort, l'autre moins étendu que leurs homologues de l'aile postérieure, cette différence n'altère en rien la perfection et l'indépendance de chaque couple. L'*Æschna* peut continuer de voler avec une seule paire d'ailes; cela est impossible à la Sauterelle : celle-ci cabriole en arrière ou en avant, suivant que vous lui enlevez les ailes antérieures ou postérieures.

Chez les deux espèces, le vol est supprimé si on détruit l'incidence des deux versants. Cette opération consiste à exciser les nervures postérieures et submédianes au niveau de leur jonction avec l'arcade terminale; si l'on n'excise que la nervure postérieure, l'Insecte conserve, quoique avec difficulté, le vol ascendant.

Le squelette et la myologie chez les deux types sont beaucoup plus comparables qu'ils n'en ont l'air. L'appareil de pronation est comparable au système de la plate-forme et de la fente médio-frontale. Seulement le grand préaxillaire de l'*Æschna* est franchement et forcément abaisseur, tandis que celui des Orthoptères est surtout tenseur et pronateur du versant antérieur.

Chez les deux types, le sommet de l'antépleuron est tricé-

phale, avec un pivot antérieur mobile, un pivot fixe médian et un pivot mobile postérieur. Ce dernier est cependant très modifié chez les Orthoptères. La symphyse de l'*Æschna* est ici une condylarthrose nécessitée par le repliement de l'aile ; la pièce correspondant au pivot postérieur fait partie de la lame carrée avec laquelle elle est soudée.

Les différences les plus saillantes consistent dans les formes du grand dorsal, de la tubérosité antérieure et de la tubérosité postérieure.

La tubérosité postérieure de l'*Æschna* s'est tellement concrétée qu'il devient difficile d'y reconnaître l'arcade terminale, l'osselet terminal, et la surface de plissement située en arrière de la nervure médiane.

La description des organes du vol telle que nous l'avons exposée s'applique également aux autres Orthoptères, sauf de légères modifications.

Je noterai seulement une particularité des Acridiums, qui nous permettra plus tard d'aller plus facilement aux Coléoptères. La soudure des pièces basilaires n'est pas si forte chez l'Acridium que chez la Locustide de Saïgon. L'arcade terminale s'y dédouble nettement en une partie antérieure qui est le terminal et une partie postérieure qui est le soutien, l'arcade proprement dite des nervures secondaires.

III. — NÉVROPTÈRES.

On a divisé les Névroptères en deux groupes principaux, les *Planipennes* (ailes étendues au repos) et les *Tricoptères* (ailes postérieures se plissant et recouvertes par les antérieures). Le premier se rapproche des Névroptères par le port des ailes, le second des Orthoptères. Voici quelques observations sur un type du premier groupe, chez la *Panorpa communis*.

Les ailes postérieures sont assez semblables aux ailes antérieures. En général, chez les Planipennes le métathorax est pareil au mésothorax ; il lui est même plus facilement comparable que chez les Pseudo-Névroptères. Chez les Libellules

en effet, la musculature se reproduit assez fidèlement d'un segment à l'autre, mais les notum présentent de notables différences, et les pleuron ne sont pas séparables. Chez la Panorpe au contraire, le mésopleurosternum n'est réuni que par une membrane molle au métapleurosternum. Les sternums sont séparables, ce qui n'est pas possible chez les Orthoptères.

Le métanotum est un peu plus élargi et un peu moins allongé que le mésonotum, tout en ayant une organisation identique.

Je n'ai encore trouvé dans aucun autre ordre une pareille similitude dans les segments alifères. Cette disposition doit être évidemment la plus ancienne; la dissemblance des anneaux dans les colonies linéaires est un fait de différenciation plus avancée. Nous voyons du reste les Névroptères ouvrir la marche des Insectes dans les couches géologiques; on en a récemment trouvé de très haute taille, ce qui prouve que le type du rameur excessif tel que l'Insecte est compa- avec de grandes dimensions (1).

A ne considérer que les organes du vol, deux branches distinctes semblent sortir des Névroptères : les Pseudo-Névroptères et les Orthoptères. On arriverait aux Orthoptères par les Tricoptères.

Au premier abord, les Pseudo-Névroptères semblent mieux que les Orthoptères, se rapprocher des Orthoptères. Ils ont les quatre ailes étendues, peu disproportionnées, réticulées, d'égale consistance, et répétition des mêmes pièces sous les mêmes formes d'un segment à l'autre. Mais si les segments mésothoraciques et métathoraciques sont comparables entre eux chez la Libellule, ils le sont beaucoup moins avec les segments correspondants des Planipennes. Il y a même des différences telles qu'on pourrait réunir les Planipennes et les Orthoptères, et les englober dans la même description du vol. C'est ce qui m'a décidé à ne pas donner l'analyse complète des Névroptères, me bornant seulement aux comparaisons.

(1) On a constaté des envergures d'aile de plus de 30 centimètres.

Notum. — Le notum présente trois parties : antédorsum, dorsum, postdorsum.

Le dorsum se recourbe en avant en formant la double palette; il s'articule par son bord latéral : 1° en avant avec l'antépleuron par l'intermédiaire d'une pièce ou commissure allongée, élastique; 2° par le coude dorsal avec la base interne de l'aile; 3° en arrière, avec le postdorsum. Le coude dorsal n'a pas de fente proprement dite, mais il est très flexible.

Le postdorsum du mésothorax est soudé à la face antérieure de l'antédorsum du métathorax, au niveau supérieur de la palette antédorsale. Il se continue latéralement par une palette externe (extrémité externe du croissant des Orthoptères) verticale, qui en dehors fait corps avec le postpleuron, et en avant s'articule avec la partie antérieure du postdorsum. Car les deux postdorsum de la Panorpe sont comparables au postdorsum métathoracique des Orthoptères, c'est-à-dire qu'il est formé de deux parties : une partie antérieure roulant en charnière sur une partie postérieure.

Ce roulement est tout différent de celui des Pseudo-Névroptères. Ceux-ci n'ont pas de forts tiraillements dans le sens antéro-postérieur. De minces calottes élastiques (surface trilobée et son homologue métanotale) suffisent à adoucir le frottement des pièces dorsales entre elles et sur l'abdomen. Mais avec un puissant dorsal, il faut un antagoniste sérieux; de là la formation d'un cercle postérieur rigide.

Les Névroptères ont un cercle pareil au métathorax, ce qui dénote une certaine indépendance dans le vol des deux ailes antérieure et postérieure, indépendance qui n'a pas lieu chez les Orthoptères.

Pleurosternum. — Même schéma que chez les Orthoptères : 1° deux échancrures de chaque côté de l'apophyse alifère. Ce sont les golfes d'évolution du versant antérieur et du versant postérieur de l'aile. Je les nomme *golfe antérieur* et *golfe postérieur;* 2° une échancrure sternale pour la hanche; 3° une

apophyse pédio-pleurale et une crête médio-sternale longitudinale avec deux cornes.

Le sternum de la Panorpe n'est pas plat, mais fortement incliné de bas en haut et en dehors. Les hanches sont énormes, de forme conique. Elles contribuent à donner au thorax une forme cunéiforme, analogue à celle des Sphingides, de certains Diptères (Culex, Tipula).

Base de l'aile. — Elle présente un type tout différent de celui des deux ordres déjà décrits. Il se rapproche néanmoins beaucoup plus de celui des Orthoptères; j'exprimerai assez bien les comparaisons, en disant que les Pseudo-Névroptères sont des petits-neveux perfectionnés, et les Orthoptères des fils dégénérés, alourdis, ankylosés.

La lame carrée a les deux parties nettement séparées, sous forme de deux osselets distincts : 1° un osselet supérieur en rapport avec le coude dorsal, et que je nomme *sigmoïde,* en me servant d'une désignation bien méritée, imaginée par Chabrier à propos des Bourdons seulement; 2° un osselet inférieur, roulant sur la tête postérieure de l'appui des ailes, et que je nomme *submédian.* C'est l'analogue de l'omoplate Chab. des Bourdons.

Le dorso-terminal a une forme allongée et joue librement dans la dépression postdorsale.

Le terminal a aussi plus de jeu dans la dépression submédiane.

L'appareil de pronation est formé de deux osselets, le postérieur très large.

Les muscles sont entièrement comparables à ceux des Orthoptères.

Nervures des ailes. — Mêmes nervures fondamentales que dans les deux ordres précédents; elles forment aussi deux plans basilaires et un plan de raccordement centrifuge. Nous pouvons généraliser cette loi.

En réalité, ce que nous nommons plan antérieur n'est pas un plan mathématique, certaines nervures (proantérieure,

subantérieure, submédiane) étant externes et les autres internes (antérieure, médiane, postérieure). Cette disposition est alterne, de sorte que la section est une ligne brisée ; mais alors nous retrouvons en petit la structure générale de l'aile composée, et, dans l'espèce, nous pouvons dire que l'*aile membraneuse des Névroptères, Orthoptères, Pseudo-Névroptères* peut être géométriquement considérée comme une réunion de trois ailes : 1° l'aile antérieure s'arc-boutant d'un côté aux flancs par les nervures proantérieure et subantérieure, de l'autre au notum par la nervure antérieure ; 2° l'aile médiane, formée par les nervures subantérieure, médiane et submédiane, faisant spécialement basculer le coude dorsal, tandis que la précédente s'attacherait à l'antédorsum ; 3° l'aile postérieure formée par les nervures submédiane, postérieure et voile qui s'attache au postdorsum.

Cette proposition paraîtra moins étonnante, si l'on réfléchit aux profondes divisions alaires des Alucitides. Ces papillons ont l'air en effet d'avoir six paires d'ailes. Il pourrait être intéressant de connaître la valeur morphologique et mécanique de ce genre d'ailes.

IV. — HYMÉNOPTÈRES.

On a divisé les Hyménoptères en deux groupes bien distincts, les *Térébrants* et les *Porte-aiguillons*. Les noms de ces groupes sont basés sur une différence anatomique, dont je n'ai pas à me préoccuper ici ; seulement cette différence est accompagnée de modifications intéressant les organes du vol. L'abdomen est sessile chez les Térébrants, pédiculé chez les Porte-aiguillons ; corrélativement, la musculature et le squelette sont très différents d'un groupe à l'autre. Il était donc nécessaire, pour avoir une idée assez complète de l'organe du vol chez les Hyménoptères, de chercher dans l'un et l'autre groupe ses sujets de dissection.

Je débute par un Térébrant, par le *Sirex gigas ;* il nous servira de terme de comparaison et de transition entre les Névroptères et les Porte-aiguillons.

I. — ORGANES DU VOL CHEZ LE SIREX GIGAS (1).

Considérations générales. — Jetons un premier coup d'œil d'ensemble sur la face dorsale par exemple. Le pronotum se projette horizontalement comme une section de lentille à myope, et le métanotum s'y emboîte comme un tonneau sur son support. Ce pronotum s'appuie par ses angles postérieurs sur la base des ailes antérieures, comme chez les Sauterelles. Mais une différence frappante consiste dans la prédominance du mésonotum sur le métanotum; corrélativement, l'aile antérieure est beaucoup plus développée en surface que l'aile postérieure. Celle-ci s'insère plus bas que l'aile antérieure; son bord antérieur est replié en dessus, dentelé et forme une sorte de gouttière hélicoïdale, dans laquelle glisse le bord postérieur de l'aile antérieure.

Les deux ailes sont réunies dans le vol et leurs mouvements sont solidaires.

L'ensemble des deux ailes ainsi réunies et vues dans le maximum de relèvement, offre assez bien l'aspect du schéma alaire tracé par Borelli, et semble au premier abord donner raison à sa théorie, théorie d'après laquelle le volatile s'enfoncerait dans l'air comme un coin. Si l'on remarque en outre que la surface alaire semble entièrement plane, on est bien tenté de conclure dans le sens de M. Marey. Mais chez le Sirex, comme chez l'*Æschna*, cet aspect est trompeur.

Abaissons l'aile ; à mesure que son bord antérieur se porte en avant et en bas, on voit la base de l'aile former un dièdre; le plan antérieur se porte en dedans, le plan postérieur en dehors. Un voile membraneux s'insère sur la base des nervures postérieures et assure ainsi la continuité du gouffre

(1) J'ai déjà figuré les organes du vol des Hyménoptères dans la *Revue des sciences naturelles*, 1884 : *Sur les organes et le vol des Hyménoptères*, 2 pl., Amans.

Les planches de ce dernier Mémoire s'accordent avec le texte actuel; la nomenclature seulement a été modifiée. Car, à cette époque, je n'avais pas encore adopté une nomenclature unique pour tous les types.

axillaire ; ce versant basilaire postérieur, replié, inappréciable au repos, se développe et s'étend de plus en plus, à mesure que l'aile s'abaisse.

Si dans cet ordre, comme dans les précédents, j'insiste tant sur la géométrie de la base de l'aile, sur son importance au point de vue du vol, c'est que personne n'y a jusqu'ici attaché d'importance. Chabrier, Saussure, notent et mentionnent simplement un élargissement de la portion postérieure de la base de l'aile.

Chabrier écrit (1) : « Chez plusieurs espèces, l'espace qui sépare l'aile supérieure de l'aile inférieure près de leurs bases est occupé, dans le vol, par une membrane adhérente au côté postérieur de l'aile supérieure. Les élytres de quelques Coléoptères, Orthoptères et Hémiptères offrent aussi en arrière un appendice membraneux propre à augmenter l'étendue de leur base. » C'est dans la bouche de Chabrier un détail anatomique sans importance, manquant de généralité ; il est vrai que cet appendice n'est qu'une partie du versant basilaire postérieur. Cet appendice membraneux peut être plus ou moins développé, peut même manquer (Agrion), mais sans que jamais l'existence du dièdre basilaire soit compromise.

Chabrier a cependant manié de main de maître les osselets basilaires des Hyménoptères ; les insertions de l'ongulaire et du claviculaire ne lui ont pas échappé ; les détails de formes, de limites sont bien analysés, mais les axes de rotation de ces osselets, les positions respectives de ces axes ne l'ont nullement frappé. Aussi n'en est-il nullement question dans sa physiologie du vol. Qu'en résulte-t-il ? C'est que sa description physiologique pourrait tout aussi bien s'appliquer à une aile tournant autour d'un seul axe oblique ; de là à être rangé parmi les partisans du coin alaire, il n'y a qu'un pas ; c'est du reste le rang que lui assigne Petitgrew. C'est regrettable de voir un si bon anatomiste de la base de l'aile, en compagnie de physiologistes qui l'ont totalement négligée.

(1) *Mémoires du Muséum d'histoire naturelle*, t. VII, p. 77 : *Essai sur le vol des Insectes*, par Chabrier.

En 1868, Saussure (1) écrit à propos des Blattaires : « Presque tous les Insectes qui, au repos, ramènent les organes du vol sur le dos, suivant une direction parallèle à l'axe du corps, offrent à la base des élytres et des ailes un petit champ membraneux qui se glisse et se renverse en dessous de l'organe. » Il distingue plus loin dans l'aile des Orthoptères une partie antérieure et une partie postérieure, celle qui comprend les nombreuses nervures de l'arcade terminale. Mais cette distinction n'a pour lui d'autre but que de favoriser le plissement; elle ne porte pas du reste sur les relations géométriques.

Dans un travail plus récent (2), déjà analysé, M. de Lendenfeld a minutieusement décrit la base de l'aile chez les Libellulides; il tient compte, lui, des diverses pièces chitineuses dans sa description physiologique du vol. Mais je ne vois pas qu'il donne une très grande importance à l'existence du versant basilaire postérieur; il va même, dans son épure du 8 de chiffre, jusqu'à figurer la base de l'aile par une ligne droite (3). Après avoir justement fait observer que les ailes des Vertébrés sont toujours plus larges à la base que dans n'importe quelle partie, il place au contraire chez les Invertébrés le maximum de largeur dans les parties centrifuges. Tout en faisant la règle de cette disposition, il est obligé d'ajouter que chez les Insectes à quatre ailes, cette règle ne s'applique qu'à l'aile antérieure; elle est aussi en défaut chez les Insectes qui planent (Libellulides Acridiens).

J'ajouterai de mon côté qu'elle est en défaut chez la majorité des Diptères et des Hyménoptères; en un mot, je dirai que la règle mise incidemment en avant par M. de Lendenfeld est au contraire l'exception. Loin d'assimiler l'aile d'Insecte à une pièce rétrécie à la base, élargie dans le milieu ou dans les parties centrifuges, je schématiserai plus volontiers l'ensemble des deux ailes (de l'aile antérieure et de la postérieure

(1) De Saussure, *Études sur l'aile des Orthoptères* (*Annales des sciences naturelles*, 5e série, t. X, p. 161).

(2) R. v. Lendenfeld, *Der Flug der Libellen*, loc. cit.

(3) *Id.*, *Ibid.*, tafel VII.

réunies) par une surface gauche triangulaire, à base centripète.

R. de Lendenfeld cite plus loin l'expérience de Petitgrew, d'après laquelle l'insecte continue à voler, malgré la section du bord postérieur. Mais, comme je l'ai antérieurement démontré, cette expérience n'est plus juste si on détruit l'angle dièdre de la base. L'Insecte continuera à voler, tant que vous ne couperez que des bords postérieurs centrifuges de l'aile ; il cessera de voler, si vous excisez les nervures submédiane et postérieure dans leurs parties centripètes.

Ce dièdre sert donc plus qu'à planer, puisque sans lui le vol est supprimé, tout en ayant la même surface alaire.

De Lendenfeld a disséqué un animal qui semblerait donner tort à ma théorie, l'Agrion. Les ailes de l'Agrion sont étroites à la base, élargies dans les parties centrifuges ; cette disproportion n'est qu'apparente. Dans l'abaissement de l'aile, toute cette partie élargie, centrifuge flotte en arrière et en haut, cédant mécaniquement à la résistance de l'air. La partie vraiment agissante et résistante de l'aile se réduit à un triangle biplane, à sommet centrifuge.

Cette loi est aussi vraie pour l'ensemble des deux ailes que pour une aile unique ; elle est aussi rigoureusement exacte pour chacun des deux couples alaires, lorsqu'ils sont physiologiquement indépendants (Libellulides, Névroptères) que pour leur ensemble, si leurs mouvements sont solidaires (Orthoptères, Hyménoptères). Abaissons, par exemple, l'ensemble des deux ailes chez le Sirex. On voit le bord postérieur de l'aile antérieure glisser dans la gouttière dentelée de l'aile postérieure, en allant de la base vers l'extrémité, et pendant ce temps les membranes basilaires se développent ; en d'autres termes, mon triangle s'effile par le sommet centrifuge, pendant que la base se développe en son maximum de surface.

ANATOMIE DES AILES.

Surface de l'aile antérieure. — Il y a beaucoup moins de nervures, et le réticulum est bien moins riche que celui des

ailes d'Orthoptères. Néanmoins les nervures principales existent et sont entièrement comparables à celles des Orthoptères.

La *nervure proantérieure* n'est, comme chez les Orthoptères, bien nette qu'au niveau de la tubérosité antérieure ; elle se termine par une tige mobile, articulée mollement à ses deux extrémités, d'un côté avec la nervure antérieure, de l'autre avec l'appareil de pronation.

La *nervure antérieure*, qui forme le bord antérieur proprement dit, se termine à la base par une pièce assez large, la *tubérosité antérieure*. Cette pièce s'articule mollement en arrière avec la tête du *sigmoïde*, et en avant avec l'antédorsum par l'intermédiaire de l'*écaillette*. L'écaillette est une petite lame oblongue, convexe supérieurement, dont nous ignorons la signification morphologique. Nous serions tenté, en voyant ses rapports et sa position, de la comparer à l'antésigmoïde des Pseudo-Névroptères. Sa fonction est d'ailleurs un peu différente ; elle a pour but de repousser en arrière la tubérosité antérieure. Elle agit ainsi de concert avec la lame de pronation pour faciliter la rapidité du coup d'aile ascendant. C'est en même temps un organe de protection pour la base antérieure de l'aile, qui n'est pas ici recouverte par le prothorax comme chez les Orthoptères.

La *nervure subantérieure* n'apparaît bien distincte qu'un peu au-dessus du niveau de l'humérus, à un quart environ de la longueur comprise entre la base de l'aile et le ptéropstigma. Si dans ce quart inférieur, on fait des sections perpendiculaires au plan antérieur de l'aile, on voit très nettement distinctes les sections des nervures antérieure et subantérieure. La nervure subantérieure se termine à la base par un prolongement qui pivote sur la tête antérieure de l'apophyse alifère. Ce prolongement est situé au-dessous du prolongement terminal de la nervure antérieure ; il lui est en outre soudé, et leurs mouvements sont solidaires. Ces prolongements font avec la direction des nervures correspondantes un angle de 30 degrés environ, ouvert en avant et en bas, et mobile

dans cette direction, grâce à une *articulation par flexion* de son sommet.

Ce sont ces prolongements, y compris la petite tige proantérieure, qui forment la base du versant antérieur de l'aile . c'est la tubérosité ou osselet antérieur. C'est ainsi que nous interprétons cette pièce ailleurs si diversement dénommée et si mal comprise. L'inflexion de cette tubérosité sur les nervures correspondantes s'observe également chez les Orthoptères.

La *nervure médiane* est fondue avec la nervure antérieure vers l'extrémité de l'aile, dans tout le cinquième centrifuge. Puis vient le *ptéropstigma*, épaississement chitineux formé par l'accolement des nervures médiane et antérieure. La nervure médiane en sort sans solution de continuité, tandis que la nervure antérieure est articulée avec cet épaississement. Il y a là une *commissure articulaire* analogue à celle des Pseudo-Névroptères, et qui est en rapport avec la torsion du bord antérieur de l'aile. La nervure médiane continue son chemin, s'écartant de plus en plus de la nervure antérieure. Elle se termine à peu près de la même façon que chez les Orthoptères, c'est-à-dire qu'elle n'arrive pas directement au dorsum. Elle se termine en pointe entre la tête du sigmoïde et le bord postérieur de la tubérosité antérieure, à laquelle elle est soudée. Ce genre d'articulation lui permet de se replier en arrière, en entraînant avec elle cette tubérosité postérieure.

Le versant postérieur de l'aile présente deux nervures, moins fortes que celles du plan antérieur, et en direction divergente à partir de la base : nervures submédiane et postérieure.

La *nervure submédiane* se termine en bas sur une convexité, qui s'articule d'une part avec la nervure médiane et l'intermédiaire, de l'autre avec l'arcade de la nervure postérieure. Cette dernière articulation est très lâche, grâce à un petit osselet allongé, qui facilite le repliement, en pliant la convexité sur l'arcade postérieure. Je nomme l'ensemble de cette convexité et de la pièce qui le suit *rétro-médian*. C'est l'ana-

logue du *livre submédian* des Orthopthères. Le *rétro-médian* varie de forme suivant le port de l'aile.

La *nervure postérieure* se termine en bas par une *arcade terminale*, articulée avec le terminal de façon à compléter le plissement de l'aile. Elle va y former le repli qui glisse dans la gouttière dentelée de l'aile postérieure. Un voile membraneux s'attache à la partie ondulée de cette nervure, ainsi qu'à tout le long du bord postérieur du terminal, de façon à remplir tout l'espace qui sépare la base des deux ailes. Ce voile est flasque à l'état de repos, mais il se développe au fur et à mesure que l'aile antérieure entraîne en avant l'aile postérieure.

Surface de l'aile postérieure. — La surface est beaucoup plus petite, les cellules chitineuses moins nombreuses, le voile membraneux envisage davantage en haut et en avant. La tubérosité antérieure est moins compliquée ; car on n'y voit aboutir distinctement qu'une seule nervure antérieure, au lieu de deux comme en avant. Celle-ci se termine par une bifurcation dont les deux branches sont réunies par une membrane rigide de chitine ; la branche antérieure pivote dans le golfe antérieur. La branche postérieure s'articule d'une part avec l'anté-métadorsum par une écaillette analogue à celle de l'aile antérieure, et de l'autre avec l'alifère. La partie inférieure de cette branche correspond à la nervure subantérieure.

La nervure médiane se termine en pointe sur le bord postérieur de la branche postérieure de bifurcation.

La tubérosité postérieure est formée par des pièces analogues à celles de l'aile antérieure. Nous ferons cette étude à propos des osselets basilaires.

Anatomie du squelette de la cage thoracique. — *Prothorax.* — On y distingue deux parties : une partie antéro-inférieure, grêle, donnant attache à la tête et aux pattes antérieures, et une partie postéro-supérieure, beaucoup plus large, le *collier*,

en forme de capote de voiture. On peut y distinguer trois faces : 1° une face antérieure donnant attache au moyen de membranes molles au pédicule de la tête ; 2° une face supérieure à surface convexe, à bords transversaux concaves, à bords longitudinaux convexes ; en somme, une vraie section de lentille divergente ; le mésonotum glisse sous son bord postérieur ; 3° une face latérale qui se dirige en bas, en dedans et en avant ; elle forme une sorte de coin jeté entre le pro- et le mésopleuron. Son bord postérieur limite en avant le golfe antérieur. Ces trois faces en se réunissant forment de chaque côté une *saillie triédrique*, dont l'extérieur est garni de muscles. Cette saillie a en outre, par ses rapports avec la tubérosité antérieure, un rôle spécial dans le vol ; nous y reviendrons.

Remarquons encore que l'articulation du collier avec le mésonotum est très serrée ; l'axe de cette articulation est horizontal transversal, et permet de faire basculer une partie de la saillie en avant et l'autre en arrière, ou inversement, suivant l'action du grand dorsal.

Mésonotum. — C'est la partie la plus considérable du dorsum, soit par son volume, soit par ses fonctions. Comme chez les Névroptères et Orthoptères, il affecte la forme d'un dôme à bosse médiane postérieure, à flancs postérieurs excavés ; mais cette bosse dépasse de beaucoup en arrière le niveau d'insertion de l'aile postérieure, qui se trouve ainsi intimement liée à tous les mouvements du mésonotum. Ainsi apparaît chez le Sirex cette *tendance du mésonotum à absorber les fonctions du métanotum*, tendance qui aboutira chez les Porte-aiguillons à une absorption presque complète.

La bosse cordiforme médio-postérieure, le *postdorsum*, est séparée de la partie antérieure du dôme par un sillon transversal qui se bifurque latéralement. 1° La branche antérieure de cette bifurcation aboutit au niveau de la tubérosité antérieure ; elle correspond à la branche antérieure de l'X typique, et forme le bord postérieur d'une fente en V, la *fente dorsale*.

2° La branche postérieure forme le bord postérieur de la dépression postdorsale, immédiatement en avant de l'insertion de l'aile postérieure. Cette insertion est plus basse que celle de l'aile antérieure, par rapport à l'axe longitudinal du thorax; il est aussi un peu plus en dehors de cet axe. Nous avons déjà observé la même relation entre les points d'insertion des ailes chez les Demoiselles et les Sauterelles. Je dois dire cependant que si, chez l'*Æschna*, l'aile postérieure est manifestement plus écartée de l'axe longitudinal, cet écartement n'est chez les Orthoptères et Sirex bien évident que pour le versant postérieur de l'aile; chez l'Acridium et le Sirex, *la tubérosité antérieure de l'aile postérieure est plus rapprochée de la ligne médiane du dorsum que son homologue de l'aile antérieure.* Ce fait est encore plus frappant chez les Porte-aiguillons.

L'*antédorsum* glisse en avant sous le collier et se termine au-dessous, c'est-à-dire dans la cage, par une palette angulaire simple, analogue de la palette double des Orthoptères. Restons dans la cage : à l'extrémité opposée, nous voyons une palette double, qui semble appartenir au mésonotum et non au métanotum, comme chez les Orthoptères. En avant de cette palette, on voit deux crêtes, correspondant justement aux branches postérieures du sillon bifurqué, décrit plus haut.

Le point de rencontre de cette crête avec la base de la palette est un point assez important. C'est à ce niveau qu'a lieu en arrière la relation du mésonotum avec la tubérosité antérieure de l'aile postérieure, et en avant l'articulation avec le mésopleuron. Cette articulation se fait au moyen d'une lame triangulaire, donnant attache en avant aux ligaments de la nervure postérieure. C'est l'analogue du *dorso-terminal* des Névroptères et des Orthoptères. Cette lame peut tourner légèrement sur ses côtés entre le postdorsum et le postpleuron, intimement unis au niveau de son sommet. Au niveau de cette soudure, le postdorsum présente une apophyse, l'*apophyse pleuro-postdorsale*, située en dehors de la palette.

Partout ailleurs le dorsum et les flancs sont séparés par les pièces de la base de l'aile.

La géométrie des bords latéraux du mésonotum est la même que celle des Libellules et des Orthoptères, c'est-à-dire qu'ils forment une ligne brisée allant de bas en haut, en avant et en dedans, jusqu'au niveau du coude dorsal, puis de haut en bas et en dedans, à partir de ce coude.

Métanotum. — Le métanotum, quatre ou cinq fois moins volumineux que le mésonotum, est réuni assez fermement à celui-ci. Il est très rétréci au milieu, où on remarque une dépression pour loger la pointe cordiforme du mésonotum, dans le maximum d'extension. De chaque côté de la dépression, on remarque deux éminences ovales formées par une membrane tendre de chitine (*granula* de Hartig, *cenchri* de Thomson). On remarque encore en arrière du coude dorsal une fente en V, et plus en arrière une pièce flexible, le *dorso-terminal*, qui donne attache au ligament de la nervure postérieure.

Le postdorsum consiste dans cette crête transversale qui termine en arrière et en dedans les bords postérieurs du métanotum. Il s'attache d'une part au premier segment abdominal, de l'autre au métapleuron.

Il en résulte la formation d'un anneau complet rigide, le *cercle postérieur*, sur lequel le métanotum peut tourner à peu près de la même façon que chez les Orthoptères. Cette rotation est importante, si on veut se rendre compte des mouvements du versant postérieur.

Pleuron. — Il est formé de quatre pièces, deux au mésopleuron, deux au métapleuron.

Le segment antérieur du mésopleuron ou antépleure, de beaucoup le plus volumineux (contrairement aux Orthoptères), est séparé du prothorax par des membranes molles. En se réunissant au-dessous avec son symétrique, il forme le mésosternum. Le segment postérieur ne descend pas si bas ; il s'écarte en bas de l'antépleure et forme ainsi le côté antérieur d'un angle où s'emboîte le sommet externe du cercle des pattes.

Les deux segments du métapleuron forment par leur adossement la crête de l'*entopleuron*. Le sommet de l'*entopleuron* ou l'*alifère* apparaît comme toujours sous la forme d'un cap, entouré de deux golfes. L'aile s'attache au cap, et roule dans les golfes.

La face antérieure de l'alifère donne insertion et sert d'axe en même temps à une pièce triangulaire, pouvant se fléchir de dehors en dedans. C'est l'osselet de pronation ou *subantérieur*, analogue aux pièces mobiles de pronation des Orthoptères.

Le postpleuron limite le golfe postérieur et s'unit solidement au postdorsum.

Le *métapleuron* est plus petit, mais semblable au mésopleuron. Son segment postérieur forme avec le premier anneau abdominal le cercle postérieur.

En somme, *la charpente de l'ovoïde thoracique est soutenue par deux cercles verticaux transversaux*, le cercle mésothoracique et le cercle métathoracique.

Sternum. — Le plancher mésosternal est divisé par une cloison longitudinale verticale, portant deux apophyses : c'est l'entosternum. Il est formé par l'adossement des antépleures. Les apophyses ont une forme triangulaire, leurs angles antérieurs se soudent et ont un prolongement commun. De la base de l'entosternum, part une tige qui vient se placer entre les cornes antérieures des apophyses métasternales. Chacune de celles-ci présente une corne antérieure et une corne postérieure.

Des ligaments réunissent ces cornes aux entopleuron. Leur tête est moins massive que celle des apophyses mésosternales, où l'on peut distinguer une corne postéro-externe, et une corne antéro-interne.

Le mésosternum renferme une autre crête allant transversalement de l'entosternum à l'entopleuron. Le cercle supérieur de la hanche tourne sur le dehors sur le bord post-inférieur du postpleuron, en dedans autour d'un point situé à la base de l'entosternum. Le deuxième cercle coxal a une struc-

ture semblable; seulement son axe de rotation est oblique sur celui du premier, avec lequel il fait un angle ouvert en dehors.

Le métasternum présente aussi une autre crête transversale.

Grâce à l'entosternum et aux crêtes transversales, on peut distinguer soit une partie droite et une partie gauche, soit une partie antérieure et une postérieure (antésternum, poststernum).

L'abdomen tourne sur le métasternum par l'intermédiaire de membranes molles. C'est le seul endroit où l'abdomen a un peu de jeu ; car dans le haut, nous avons vu que sa suspension était très serrée.

Base de l'aile antérieure. — C'est, pour toute espèce d'ailes, la partie la plus importante et la plus épineuse.

L'aile repose, comme nous l'avons vu, sur l'alifère et roule de haut en bas, de dehors en dedans, d'arrière en avant pendant l'abaissement, et inversement dans le relèvement. Il y a pour faciliter ces déplacements deux espaces pleuro-dorsaux : le golfe antérieur et le golfe postérieur.

Le *golfe antérieur* est formé par une membrane molle renforcée par trois écailles, dont l'une, l'écaillette, a déjà été décrite. Les deux golfes sont séparés par le détroit situé entre le coude dorsal et l'alifère, détroit qui est rempli par une série d'osselets. Pour en avoir une idée nette, il ne suffit pas de les dessiner sur place; il est bon de les disséquer un à un. Ce genre de microtomie demande de ces tours de main spéciaux, impossibles à décrire, que chacun doit se créer suivant les cas.

Le premier osselet qu'on remarque entre la base de l'aile et le dorsum est un osselet en forme d'S, le *sigmoïde*. La partie antérieure, grêle, recourbée en dehors, est articulée au

(1) Le sommet de l'entopleuron est désigné par Chabrier sous le nom d'*appui*, par Strauss sous celui d'apophyse alifère. Cette dernière dénomination serait préférable, comme étant latine, et par suite cosmopolite.

bord postérieur de la tubérosité antérieure, au niveau de la terminaison de la nervure médiane. Elle est encore du même côté, mais plus en arrière, articulée avec l'intermédiaire. La partie postérieure, beaucoup plus grosse, massive, s'attache au dorsum en regard de la pente dorsale. C'est sur elle que roule le plan postérieur de l'aile. Cet osselet est représenté chez les Orthoptères par la moitié interne de la lame carrée; chez les Névroptères il est distinct.

En dehors et en arrière du sigmoïde se trouve l'*intermédiaire;* il s'articule en avant avec la pointe du sigmoïde, la nervure médiane et le rétro-médian; en dedans avec la partie renflée du sigmoïde; en dehors avec la membrane molle de la *dépression submédiane ;* en arrière avec le terminal.

Cet osselet ne figure pas dans le travail de Chabrier; il est vrai qu'il n'est pas distinct chez les Bourdons, et que Chabrier a eu le tort d'appliquer à tous les Hyménoptères ce qu'il n'avait bien observé que chez les Bourdons. Je m'abstiens autant que possible de compliquer la nomenclature en mettant des noms nouveaux; cette fois-ci, cependant, je me suis vu obligé de baptiser un osselet dont je ne vois nulle part la description. Il correspond à la partie supérieure du submédian des Névroptères.

La partie inférieure du *submédian* est représentée par un osselet allongé, qui s'articule sur la face postérieure de l'alifère, dans une sorte de gondole. La tête du submédian est plus grosse que la queue; elle forme deux saillies, une externe-inférieure qui pénètre dans la gondole, l'autre interne-supérieure qui s'accole à l'osselet intermédiaire. L'extrémité postérieure du submédian est en rapport avec le terminal.

En arrière de l'intermédiaire et du submédian se trouve le terminal. Il s'articule en haut et en dehors avec l'arcade des nervures postérieures; en bas et en dedans avec le dorso-terminal et voici comment : il se dirige d'abord en dehors, en bas dans le golfe postérieur; il fait ensuite un coude, et arrive sur le dorso-terminal en haut et en dedans au moyen d'un long ligament.

La courbure antérieure du sigmoïde regarde en haut et en dehors; si donc une force le pousse dans cette direction, elle entraînera le roulement de l'intermédiaire, et par suite du submédian proprement dit sur l'alifère. L'intermédiaire entraînera le terminal; celui-ci agira à son tour sur l'arcade terminale, et portera le versant postérieur de l'aile en avant. Ce dernier mouvement n'est possible que si l'arcade est elle-même tirée en avant, ce qui a lieu par l'osselet subantérieur, la tubérosité antérieure et le rétro-médian.

Le versant postérieur de l'aile ne peut donc se porter en avant que par la traction de la base du versant antérieur, et la poussée du sigmoïde, de même qu'il est tiré automatiquement en arrière par l'élasticité du ligament du terminal, et la réaction de l'appareil de pronation.

Base de l'aile postérieure. — Le golfe antérieur présente aussi trois écailles; elles séparent le mésopleuron du métapleuron. L'écaillette s'attache au bord antéro-interne de la tubérosité antérieure et se fixe dans une encoignure formée par le coude postérieur du mésonotum et le bord antérieur latéral du métanotum. Ce bord antérieur constitue le coude dorsal du métanotum : c'est sur ce coude que s'attache la pointe du sigmoïde, en avant de la fente dorsale.

La pointe du sigmoïde se fléchit sur la partie postérieure renflée du sigmoïde. En effet, la chitine qui forme le sigmoïde est plus molle au niveau de la partie médiane, de sorte qu'on peut distinguer deux parties très légèrement mobiles l'une sur l'autre : même fait chez les Xylocopes.

Le *rétro-médian* n'a plus la même forme dans l'aile postérieure. Ses fonctions sont tenues par deux plans de chitine pouvant se plier l'un sur l'autre. La ligne qui sert de charnière va de la fin de la nervure médiane à l'extrémité externe de l'osselet terminal. Même ligne et mêmes rapports dans l'aile postérieure des Orthoptères.

L'analogie avec les Orthoptères se poursuit dans la structure de la base du versant postérieur. On peut y distinguer : 1° une

partie postérieure, l'analogue de l'arcade terminale; 2° une partie interne, pédiculée sur la postérieure, massive en avant; c'est une apophyse du terminal, l'analogue du tampon; 3° une partie externe servant spécialement au plissement et à la torsion de l'aile (intermédiaire et rétro-médian).

En somme, la base de l'aile est semblable dans les deux segments, et elle est de plus comparable presque pièce à pièce avec celle des Névroptères et Orthoptères. Une différence caractéristique consiste dans la prédominance du mésothorax sur le métathorax. De plus chez les Orthoptères, il y a soudure complète du sigmoïde avec sa propre partie antérieure et avec le submédian. Cette soudure rend le vol plus automatique, dénué d'aisance et de souplesse. Elle explique le vol direct des Orthoptères, la difficulté insurmontable qu'ils éprouvent pour se tourner, pour voltiger, pour modifier la direction primitivement donnée soit par le coup de pattes postérieures, soit par le vent qui les emporte.

MUSCLES DU VOL.

En allant de dedans en dehors on trouve :

Muscle dorsal. — Muscle longitudinal volumineux, allan de la double palette postérieure à la palette triangulaire antérieure.

Il est élévateur et rétracteur du sigmoïde.

Sternali-dorsaux. — Ce sont des muscles obliques, verticaux, parallèles à l'entopleuron. On peut distinguer deux groupes principaux, un groupe antérieur et un groupe postérieur.

1° Les *faisceaux antérieurs* s'insèrent : en haut sur la partie antérieure du bord latéral du dôme, sur une zone allant de la naissance de la palette antérieure à la marge antérieure de la fente. Nous savons qu'à cette zone s'attachent l'écaille supérieure et la pointe du sigmoïde. Ils s'insèrent en bas à la base de l'entosternum.

2° Les *faisceaux postérieurs* s'insèrent en haut sur la partie postérieure du bord latéral du dorsum, en bas, au pied de l'apophyse mésosternale.

Les *sternali-dorsaux* abaissent le bord latéral du mésonotum, et par suite le sigmoïde.

Latéro-dorsal. — En arrière de l'insertion des faisceaux postérieurs, justement dans l'espace qui la sépare du second coude mésonotal, s'insère un muscle court, le latéro-dorsal. Il s'insère en arrière et en bas sur l'apophyse pleuro-post-dorsale. Son action est analogue à celle du latéro-dorsal des Orthoptères.

Axillaires. — Nous avons deux muscles volumineux, le *préaxillaire* et le *postaxillaire*. Chacun d'eux s'insère à la base de l'aile, au moyen d'une cupule munie de son tendon. La cupule du *préaxillaire* a son tendon fixé entre l'écaille supérieure, l'osselet de pronation et l'écaille moyenne. Cette cupule est très large, et le muscle correspondant très volumineux; sa largeur est, comme celle du premier sternali-dorsal, liée à celle du premier segment mésopleural. Il s'insère en bas, en dehors des fibres du premier sternali-dorsal.

La cupule du *postaxillaire* est plus petite et fixée au coude du ligament postérieur, dans le golfe postérieur. L'insertion inférieure a lieu sur le parapet du premier cercle coxal.

Le *préaxillaire* attire la petite tige proantérieure et l'osselet pronateur en dedans et en bas. La résultante de cette action et du grand dorsal produit un abaissement en avant. Le *préaxillaire*, combiné au premier sternali-dorsal, porte le plan antérieur de l'aile en haut, en dedans et en avant.

Un troisième muscle les aide dans cette dernière action; c'est le *tenseur de l'écaille*, un petit muscle qui s'insère en haut sur l'écaille, en bas sur l'antépleure.

Le *postaxillaire* attire le ligament postérieur en bas et en arrière; le terminal se porte dans la même direction et le versant postérieur se replie. Le second sternali-dorsal porte ce

repliement plus ou moins en dedans; le grand dorsal en haut et en dehors; mais son action est peu sensible.

Il faut encore citer un muscle du tampon, qui augmente la courbure du creux de l'aisselle.

On voit qu'il est possible de concevoir les actions isolées et combinées de ces divers moteurs. L'anatomie seule ne me permet pas de représenter toutes les combinaisons effectuées par l'Insecte qui vole, mais elle me donne la clef des principales. En voici, par exemple, une série très rationnelle.

1° *Déplissement.* — Au repos, les deux versants de l'aile sont repliés l'un sur l'autre et rapprochés des flancs. L'Insecte qui va voler commence par ouvrir les ailes : ce mouvement peut être exécuté par le préaxillaire, le tenseur de l'écaille et les sternali-dorsaux. Le versant postérieur se porte en haut en avant, le versant postérieur se déplisse. Voilà une première pose de mise au point. Le sigmoïde sert de pivot médian dans ce premier mouvement.

2° *Abaissement.* — Contractons maintenant le grand dorsal et les axillaires seulement : avec le tenseur de l'écaille, le versant antérieur se porte en avant et en dedans. Le dorsal et le préaxillaire produisent le même résultat dans ces deux sens. Le bord antérieur de l'aile se porte en avant et en bas; sa torsion longitudinale est possible grâce à la commissure articulaire et à l'articulation en flexion de la tubérosité antérieure (l'analogue de l'articulation radio-antérieure des Pseudo-Névroptères).

La nervure médiane suit l'antérieure et entraîne en avant avec elle toutes les nervures postérieures. Si le postaxillaire n'agissait pas, le plan postérieur se développerait imparfaitement, tandis que sous l'action combinée de ce muscle et du dorsal, le ligament postérieur et le terminal sont bridés en arrière et en bas. Les surfaces flexibles déplissables qui forment la base postérieure de l'aile étant sollicitées en arrière par cette force rétractive et en avant par la nervure médiane,

n'ont qu'une ressource, c'est de se tendre. De cette façon, le versant postérieur peut se développer complètement, mais, une fois tendu, il subit la résultante de ces deux forces et s'abaisse en bas et en avant.

La concavité du creux axillaire est maintenue et augmentée par une troisième force, par le muscle du tampon, qui va de la partie antérieure du terminal à la face postérieure de l'alifère. Ainsi, plus l'aile se porte en bas et en avant, et plus ce muscle se contractant, le plan postérieur se porte en avant. La base de l'aile acquiert ainsi plus de solidité, pour résister à la torsion de l'extrémité centrifuge.

Je puis supposer que les muscles agissent avec leur maximum d'intensité; ils déterminent alors le maximum d'abaissement, avec le maximum d'expansion du creux axillaire. Les deux plans de mon dièdre roulent alors sur le maximum de segment courbe qu'ils peuvent décrire. Mais il y a d'autres combinaisons possibles ; toutes choses égales d'ailleurs, un des moteurs peut diminuer de force. Il en résulte alors une modification dans la courbure et la surface métrique du segment.

3° *Relèvement.* — Le dorsal cessant d'agir, les sternali-dorsaux entrent en jeu et relèvent l'aile. Les axillaires antérieurs continuent d'agir pour empêcher l'aile de se plisser. L'aile se porterait en arrière toute seule sans le secours d'aucun muscle, par l'action seule des pièces élastiques. Seulement elle se plisserait, si les axillaires antérieurs n'étaient là pour s'y opposer. Il doit y avoir aussi dans le relèvement plusieurs combinaisons de muscles destinées à rendre le trajet de l'extrémité de l'aile plus ou moins longitudinal ou vertical.

C'est à la physiologie à voir quelles sont ces combinaisons et la nature du trajet. La résistance de l'air doit jouer un grand rôle dans les variations de la trajectoire décrite par l'extrémité de l'aile (figures en 8 de chiffre de Marey, Petitgrew; sinussoïdes bouclées, etc.). La boucle elle-même peut se concevoir comme le fait de la colonne d'air entraînée, soit en descendant par la convexité, soit en remontant par la

concavité. Dans l'un et l'autre cas, l'extrémité de l'aile subit une déviation qui se traduit par des points d'inflexion dans la trajectoire.

Muscles du vol de l'aile postérieure. — A l'exception du dorsal, nous retrouvons tous les muscles de l'aile. Il faut citer cependant une paire de muscles dorsaux allant de la palette à la voûte du métanotum. Leur position latérale les rapproche des latéro-dorsaux.

Les muscles dominants sont les sternali-dorsaux et les axillaires postérieurs. L'entraînement en avant est presque passif, grâce au niveau de l'insertion alaire vis-à-vis du postdorsum du mésothorax, grâce aussi à la gouttière qui relie les deux ailes.

II. — ORGANES DU VOL CHEZ LE XYLOCOPE VIOLACEA.
(Pl. VIII).

J'ai choisi ce type parce qu'il est très commun et très volumineux. Jurine avait aussi étudié le Xylocope, pendant que Chabrier étudiait le Bourdon. Les différences sont peu considérables; les travaux ont été faits à peu près à la même époque (1). Celui de Chabrier est plus complet, et sa nomenclature toute différente; il emprunte, lui aussi, des noms à l'anatomie des Vertébrés, mais moins que Jurine. Les dissections de Chabrier sont fort remarquables; car les Porte-aiguillons offrent de sérieuses difficultés d'observation par leur corps sombre, velu, à pièces basilaires compliquées, et néanmoins la plupart de ces difficultés ont été heureusement vaincues par l'anatomiste français. Je lui reprocherai seulement de n'avoir pas tenté un rapprochement plus serré avec les autres ordres, et surtout de n'avoir pas séparé les Térébrants des Porte-aiguillons.

(1) Jurine, *Observation sur les ailes des Hyménoptères* (*Mém. Ac. sc. Turin*, t. XXIV, 1820.

(2) Chabrier, *Essai sur le vol des Insectes*, t. VI, 1820 (*Mémoires du Muséum*. Paris).

Anatomie des ailes. — La forme générale des ailes rappelle le type du Sirex; mais il y a dans la structure des nervures et des pièces basilaires des différences essentielles, qui ne me paraissent pas encore avoir été signalées.

Les nervures antérieures se réduisent à une seule, accolée à la nervure médiane : la concentration du versant antérieur est plus forte que chez les Sirex. La nervure médiane est un peu à la nervure antérieure ce que la nervure antérieure des Libellules est à la nervure proantérieure.

La nervure secondaire qui suit la nervure postérieure existe encore, mais fondue à la base avec celle-ci. Dans la partie centrifuge, elle s'en écarte et forme une gouttière de glissement, non dentée. Le voile, qui chez les Sirex s'attache à la nervure secondaire, est remplacé ici sur l'aile antérieure par une membrane assez dure qui ne se prolonge pas sur la base de l'aile. Cette pénurie n'entraîne nullement la discontinuité du gouffre axillaire; car l'aile postérieure est beaucoup plus rapprochée de l'antérieure que chez les Sirex, et le vide interalaire est insignifiant. Le voile existe dans l'aile postérieure.

La base de l'aile est massive, formée de deux parties, l'antérieure correspondant au versant antérieur de l'aile, la postérieure, au versant postérieur. On remarque dans cette base :

1° En avant, un bord antérieur, dont l'extrémité externe limite, en haut, la course de la nervure antérieure; c'est une sorte de cran d'arrêt;

2° Au-dessous, une arête, le seul représentant de la nervure subantérieure; cette arête est effilée à son union avec la marge antérieure de l'aile, de manière à pouvoir se plier sous elle; c'est une articulation à flexion;

3° La terminaison de la nervure médiane est effilée et enclavée entre les deux tubérosités de la base de l'aile.

Ces trois premières parties sont soudées ensemble et correspondent à la tubérosité antérieure du Sirex. Seulement, la première était mobile chez le Sirex (tige proantérieure). Le versant antérieur de l'aile peut tourner sur cette tubérosité légèrement, suivant l'axe de la terminaison de la nervure

médiane qui forme un coude avec flexion au niveau de son entrée sur la tubérosité.

Ainsi, voilà un fait constant : le bord antérieur de l'aile, qu'il soit formé par une concrétion des deux premières nervures (*Æschna*) ou des quatre premières (Xylocope), présente à sa base un renflement, sur lequel il s'articule par une double articulation en haut et en bas. Cette articulation permet à l'aile de fléchir dans le coup ascendant, mais résiste vigoureusement dans le coup descendant. Une forte pression de bas en haut amène, chez le Xylocope, une rotation longitudinale qui est limitée en avant et en haut par le cran d'arrêt antérieur.

4° La tubérosité antérieure se continue en arrière par une lame très bombée, qui se réunit au terminal au moyen d'un petit prolongement. C'est le système du rétro-médian. Le petit prolongement est difficile à apercevoir, car la dépression submédiane est encaissée et fort étroite.

La partie postérieure de la base de l'aile sera décrite à propos des osselets basilaires.

ANATOMIE DU SQUELETTE THORACIQUE.

La forme générale du thorax est sphéroïdale et non plus ovoïde comme chez les Locustides et les Sirex.

Pronotum. — Cette pièce forme un anneau complet à l'entrée du mésothorax ; de là aussi son nom de *collier*. Sa surface est convexe, sans solution de courbure avec le dorsum en haut. Sa moitié inférieure est très étroite ; la partie externe du collier est la plus large, je veux parler de celle qui est enclavée entre le dorsum et le mésopleuron, dont les bords sont à ce niveau taillés en biseau et glissent sur la face interne du collier. Il en résulte entre les mouvements du dorsum et du mésopleuron une solidarité moins étroite que si leurs bords affrontaient ceux du collier. Le bord du mésopleuron se fixe au moyen d'un fort ligament blanc, d'une consistance chondroïde ; ce ligament pénètre dans une excavation aplatie du

collier; les bords du dorsum forment un angle aigu dont les côtés sont enclavés dans une dépression au fond de laquelle est soudé son sommet. Ce genre d'articulation rend le collier beaucoup plus esclave du dorsum que du mésopleuron. Le restant du prothorax est uni lâchement au collier, comme chez les Sirex et les Orthoptères.

Mésonotum. — On y distingue deux segments régulièrement convexes supérieurement, faciles à séparer au scalpel. Ils correspondent au dorsum et au postdorsum du Sirex, mais avec des modifications profondes. La palette intrathoracique du postdorsum, celle qui reçoit les fibres du dorsal, s'est complètement séparée de la partie supérieure et externe du postdorsum. C'est cette pièce que Chabrier nomme costal ; Audouin, *postscutellum*, et que pour être fidèle à notre nomenclature du début, nous nommerons simplement subpostdorsum ou plus simplement encore la *palette du postdorsum*.

Le *dorsum* forme avec le collier plus de la moitié de l'hémisphère supérieur; sa surface ne présente rien de particulier, si ce n'est un léger sillon médian longitudinal, comme chez les Bourdons, entouré de deux sillons plus courts et moins marqués. La partie antérieure du dorsum forme un léger rebord interne, l'*antédorsum*. Les bords externes offrent plus d'intérêt par leurs rapports avec l'aile et le pleuron. Il est séparé en avant du mésopleuron par le coin postérieur du collier; mais en arrière les bords dorsaux et pariétaux sont juxtaposés jusqu'au niveau de l'insertion de l'osselet de pronation. Ce bord dorsal est retroussé en dessus et forme une sorte de gouttière; c'est sur cette portion du bord dorsal que s'insère l'écaille. Plus loin, en arrière, sont deux saillies adjacentes, entre lesquelles passe le bord antérieur du sigmoïde; ces deux saillies forment la *coulisse sigmoïdale*, l'analogue de la fente dorsale des autres types d'Insectes.

Le *postdorsum*, deux fois et demie moins large que le dorsum, a la forme d'un fuseau sphérique; il est par suite plus large au milieu qu'aux extrémités. Les bords antérieur et

postérieur sont longuement repliés en dessous, l'antérieur en arrière, le postérieur en avant. *Cette disposition augmente la force d'élasticité dans le sens transversal.* La surface si régulièrement convexe dans toute son étendue, se montre vers les extrémités beaucoup plus accidentée. Une arête médiane transversale la sépare en deux dépressions : une antérieure, se fondant avec l'analogue de la *dépression postdorsale* du Sirex ; l'autre postérieure, en regard de l'aile postérieure.

Les bords de cette dernière dépression pénètrent dans l'intérieur de la cage ; ils sont soudés à la palette du postdorsum. Si l'on détache le terminal et le sigmoïde de leurs attaches alaires, et qu'après avoir enlevé le collier et le dorsum, on cherche à désarticuler le postdorsum par pesées successives, lentes et légères, on finit par le détacher, et on entraîne du même coup le vectiforme, l'équerre, le terminal et le sigmoïde. Ces osselets sont réunis au postdorsum par des ligaments mous.

Le *subpostdorsum* (1) ou *palette du postdorsum* est une pièce tout à fait interne, fusiforme, formée d'une partie médiane élargie, à concavité antérieure, et d'une partie externe allongée et forte. L'ensemble a l'air d'une spatule dont la palette serait médiane et isolée, et dont le manche serait soudé tout le long du postérieur de l'extrémité externe du postdorsum.

Métanotum. — C'est ce que Chabrier appelle la demi-ceinture. C'est une pièce très étroite au milieu, plus large aux extrémités. Ses bords antérieur et postérieur sont repliés, l'antérieur en arrière, le postérieur en avant. Ils forment ainsi une gouttière, une sorte de canal, à bords très rapprochés ; mais aux extrémités les bords s'écartent, par suite de l'élargissement du métanotum à ce niveau. Chaque extrémité est destinée à faire basculer l'aile postérieure. Elle porte à cet effet une saillie en avant de laquelle s'insère le sigmoïde, en

(1) Nous écrivons aussi *podorsum* et *subpodorsum* ; c'est plus court et plus euphonique.

arrière, le terminal. Le métanotum s'appuie en arrière sur le métapleuron, qui complète en arrière l'hémisphère dorsal de la cage alaire et le raccorde avec l'hémisphère inférieur.

Mésopleurosternum. — Ce nom indique que, de même que chez le Sirex, une seule pièce constitue le mésopleuron et le mésosternum. Ces deux pièces sont intimement soudées, mais néanmoins séparables.

Le *mésopleuron* a sa surface externe peu accidentée. On y remarque seulement dans la partie supérieure un court sillon qui se dirige vers le bord postérieur du mésopleuron, mais s'arrête bientôt sans l'atteindre ; à ce sillon externe correspond en dedans une crête : c'est là ce qui nous reste de l'entopleuron. Suivons ce sillon dans le haut ; il nous conduira à un appui des ailes encore plus singulier et différant notablement de ceux que nous avons vus jusqu'ici. La configuration générale est évidemment la même : un cap, l'alifère, entouré de ses deux golfes ; mais les surfaces articulaires sont mieux détachées, plus nettes, se rapprochant davantage des condylarthroses des Vertébrés.

Ce rapprochement entre des embranchements si éloignés est manifeste et compréhensible, dans le cas des mouvements exécutés par des pièces dures, à base soit de chitine, soit d'osséine. Les téguments des Porte-aiguillons sont très durs. On peut faire la même remarque à propos de la méso-alifère des Coléoptères.

L'*alifère* est une petite pièce massive, épaisse. On peut y distinguer un bord antérieur, un bord supérieur et un bord postérieur.

Le bord antérieur ou bord supérieur de l'antépleuron présente cette lame chondroïde qui sert à l'agencer au collier.

Le bord supérieur est creusé d'une gondole pour recevoir l'osselet de pronation.

Le bord postérieur présente une sorte de throclée oblique, formée d'une rigole supérieure interne pour le submédian, et d'une rigole inférieure externe pour le roulement du ter-

minal. La rigole supérieure aboutit à une fosse où s'insère le ligament du submédian. L'axe de cette rigole est oblique de haut en bas, en arrière, en dedans, pendant que celui de la gondole supérieure est presque horizontal et dirigé de haut en bas, en avant, en dehors.

Conclusion : *la surface articulaire du bord supérieur du mésopleuron, sur laquelle pivote l'aile, n'est ni cylindrique ni sphérique.*

La direction générale du roulement a lieu autour des deux axes cités plus haut.

Le bord antérieur de l'antépleuron forme une saillie qui se prolonge jusqu'à la tête de l'alifère. Celle-ci est elle-même saillante sur la surface interne du mésopleuron, comme elle se continue en arrière par la crête rudimentaire déjà mentionnée ; il en résulte que le haut du mésopleuron a des bords solidement fortifiés. La crête rudimentaire de l'entopleuron part de la rigole du submédian ; le bord postérieur du mésopleuron, très saillant lui aussi, part de la rigole du terminal. La gouttière profonde et étroite qui sépare ce bord postérieur et l'entopleuron est tout ce qui nous reste du *postpleuron*, si développé chez les Sauterelles, mais déjà en décadence chez les Sirex. C'est la *gouttière postpleurale.*

Le *mésosternum* ne présente rien de notable sur sa surface externe ; il est limité en avant par la portion étroite, inférieure du collier. Son bord postérieur forme le bord antérieur du cercle pédieux. Il se termine sur une pointe médiane comme chez le Sirex. Cette pointe sépare le cercle pédieux gauche du droit. Elle a l'air d'appartenir au mésosternum, mais en réalité elle constitue le bord médian antérieur du métasternum. Dans la cage, on voit s'élever tout le long de la ligne médiane jusqu'à cette pointe, une crête élevée, formée par l'adossement des deux côtés du mésosternum ; cette crête, l'*entosternum*, se termine en arrière par deux longues cornes, qui montent vers les flancs du pleuron.

Métapleurosternum. — Cette pièce est formée de deux par-

ties intimement soudées, le métapleuron proprement dit et le métasternum. La ligne de soudure est visible sur la surface externe. Le métapleuron a lui-même une ligne de soudure très visible avec le mésopleuron. Il n'en est pas de même entre le méta- et le mésosternum, dont la ligne de démarcation est moins facile à reconnaître; on peut cependant la délimiter. En somme, malgré la soudure intime des pièces pleurales et sternales, on peut les délimiter et les comparer aux pièces plus mollement réunies d'autres Insectes.

Le *métapleuron* présente à étudier des bords antérieur, postérieur, inférieur, supérieur, une surface externe et une surface interne.

Le bord antérieur est légèrement concave en arrière; il est adossé au bord postérieur du mésopleuron, et contribue à former la crête postérieure de la gouttière postpleurale.

Le bord supérieur sert d'appui à l'aile inférieure et au métanotum. Il débute en avant par une surface articulaire, en continuité de direction avec la rigole terminale du mésopleuron. Elle est bordée en dehors par une *écaille mobile;* cette écaille est tout ce qui nous reste du golfe antérieur d'évolution.

Les ailes, déjà si rapprochées chez les Sirex, atteignent ici leur maximum de rapprochement; l'aile postérieure s'insère immédiatement à la suite du golfe postérieur de l'aile antérieure. Ce détail me fournit une arme précieuse contre ceux qui, considérant une aile isolée de Frelon, par exemple, seraient tentés de me la présenter comme un échantillon d'aile nue à la base, et de conclure que par suite l'élargissement diédrique de la base n'est pas un facteur constant.

Mais, si le golfe antérieur de l'aile postérieure n'a pas grande raison d'exister, il n'en est pas de même pour le golfe postérieur. Immédiatement après la surface articulaire citée plus haut, le bord supérieur du métapleuron plonge en bas, d'abord en avant, puis en arrière, et finalement remonte sans s'éloigner beaucoup de l'horizontale. Le bord supérieur continue sa course en arrière, intimement accolé au bord postérieur du métanotum.

Le bord inférieur du métapleuron longe les bords externes des cercles pédieux; un très léger sillon le sépare du métasternum, qui du reste, sur tout ce parcours, est très étroit et apparaît comme une simple dépendance marginale du métapleuron.

Le bord postérieur du métapleuron est intimement soudé avec son symétrique; on voit néanmoins très distinctement le sillon de séparation.

La région postérieure du métapleuron est généralement désignée sous le nom de *scutellum* (1); c'est, croyons-nous, une fausse désignation. Le scutellum ou postdorsum des Névroptères est une pièce dont le plus ou moins de développement est sous la dépendance de celui des muscles dorsaux (c'est le muscle qui fait l'os) ; elle est très développée chez les Névroptères, les Orthoptères, très réduite au métanotum des Térébrants, inappréciable chez les Porte-aiguillons. Le métanotum des Hyménoptères et surtout des Porte-aiguillons est à peu près privé de muscles dorsaux : le métanotum se réduit à une seule pièce, et les métapleuron se sont rejoints sur la ligne médiane.

Il ne faut pas s'étonner outre mesure de ce fait : nous avons bien vu les mésopleuron de l'*Æschna* se rejoindre en avant sur la ligne médiane (2).

La surface externe du métapleuron présente un sillon vertical de l'entopleuron beaucoup plus complet que celui du mésopleuron. Il part du bord postérieur du deuxième cercle pédieux et arrive jusqu'au bord supérieur, au pied de la saillie formée par l'articulation pleuro-alaire (saillie alifère), vers le milieu de ce pied. Un peu en arrière du sillon, se trouve le faux stigmate.

(1) Sic Westwoods, *Introduction to entomology*, vol. II, p. 75.
Mac Leay, *Zoological Journal*, vol. V, p. 172.

(2) Nous devons tenir compte néanmoins d'une troisième opinion d'abord émise par Audouin et Latreille, et d'après laquelle le prétendu scutellum serait une différenciation du premier anneau abdominal. M. Hammond ferait valoir à l'appui de cette opinion des considérations tirées du développement des larves. Voy. Hammond, *Thorax of the Blow-Fly* (*Linn. Journ. Zoology*, vol. XV, p. 17).

La surface interne du métapleuron est divisée en deux compartiments par la crête de l'entopleuron. Cette crête monte d'avant en arrière; elle forme dans le haut un large rebord au-dessus du faux stigmate.

Le *métasternum* forme un anneau complet très étroit : les bords internes de cet anneau forment trois saillies, une antérieure médiane, et deux postérieures latérales. Il en résulte donc trois golfes : deux golfes antérieurs, où se meut la troisième paire de hanches, mais en arrière la liaison des bords est plus serrée tout le long du golfe postérieur. Cette liaison présente sur la ligne médiane une forme toute spéciale; les bords en regard sont repliés en dessus et fortement échancrés; l'échancrure de l'anneau abdominal est moins grande que celle du métasternum. L'une est soudée à l'autre par les bords en regard; une membrane ligamenteuse s'étend d'une échancrure à l'autre, formant ainsi une gouttière renversée, presque un canal.

La face intrathoracique du plancher sternal présente : 1° de chaque côté, une crête transversale qui s'appuie sur le plancher des bords des golfes antérieurs et monte sur les flancs du métapleuron; 2° une crête longitudinale courte faisant suite à son homologue du mésosternum, et allant mourir à la saillie médiane dont nous avons parlé plus haut. Elle présente dans le haut deux cornes réunies entre elles par un pont chitineux, et réunies aussi aux cornes du mésosternum. Ce pont forme, par sa soudure aux extrémités confondues de ces cornes, une longue apophyse qui chemine en regard et au-dessus de la crête transversale, et arrive ainsi au niveau du rebord supra-stigmatique.

La corne mésosternale se sépare cependant de la métasternale; elle s'attache par un fort ligament à la gouttière post-dorsale.

Cette bifurcation nous permet de comparer les entosternum du Sirex et du Xilocope, malgré leur extrême différence de facies. Chez les deux espèces, le mésosternum porte une apophyse médiane (entopleuron) et celle-ci est munie de chaque

côté d'une corne latérale destinée à soutenir le mésopleuron; chaque corne est, dans ce but, réunie au mésopleuron au moyen d'un ligament; même fait au métasternum.

Seulement chez le Xylocope, *par suite de la concentration générale du thorax, les deux paires de cornes entosternales se sont portées l'une sur l'autre*. Elles ont pris en outre une forme très différente; de là, au premier abord, une grande difficulté pour les comparer l'une à l'autre.

Base de l'aile antérieure. — Cette base est plus compliquée que celle du Sirex. Nous y retrouvons les osselets de celui-ci, mais avec de profondes modifications et de nouvelles pièces. Ce sont : osselet de pronation, submédiane, sigmoïde, équerre, terminal, et le vectiforme.

Il y a encore le rétro-médian, situé en arrière de la tubérosité antérieure, et que nous avons décrit à propos de celle-ci (1).

L'*osselet de pronation* ou *subantérieur* (petit radial Jur., claviculaire Chab.) est arciforme; il chevauche par sa concavité sur la face antérieure de l'alifère, dans la gondole citée plus haut. Cette gondole comprend en avant et en dedans une cavité, en arrière et en dehors une crête. Le subantérieur de son côté présente en avant une tête pour rouler dans la cavité, en arrière un sillon pour glisser sur la crête. Le bras externe de cet osselet montre une échancrure reliée par des ligaments à la partie antérieure de la tubérosité antérieure; le bras interne donne insertion à un double muscle. Lorsque ce muscle se contracte, le bras interne s'abaisse en arrière; l'externe s'élève et la tubérosité antérieure aussi, mais en avant. Le subantérieur est séparé en arrière du sigmoïde par des membranes molles donnant attache au ligament de l'écaille.

Le *submédian* (petit huméral Jur., omoplate Chab.) est

(1) Chabrier est muet sur le rétro-médian et sur les divisions de l'humérus (tubérosité antérieure); aussi n'a-t-il pas observé les phénomènes de torsion du bord antérieur de l'aile.

un osselet triangulaire, infléchi. Il s'attache par l'un des sommets à une cavité située sur la face postérieure de l'alifère. Son bord inférieur glisse sur l'arête de séparation des deux rigoles; son bord supérieur est logé dans la concavité de la branche antérieure du sigmoïde. Les mouvements du submédian et du subantérieur sont inverses : lorsque l'un se porte en dehors, l'autre se porte en dedans et diversement.

Le *sigmoïde* (grand huméral Jur., sigmoïde Chab.) est un osselet très allongé en forme d'S. La branche inférieure s'articule sur le bord interne de la tubérosité antérieure, en arrière du subantérieur, sur le prolongement basilaire de la nervure médiane. La branche postérieure passe entre les deux saillies du bord latéral du dorsum, dans la coulisse sigmoïdale. Après s'être appuyé sur cette vallée par sa concavité, elle se prolonge par une longue queue; celle-ci présente d'abord un tubercule qui est fixé au moyen de ligaments au-dessous des deux saillies, entre ces saillies et l'extrémité du postdorsum; elle se termine enfin sur le subpostdorsum par l'intermédiaire des appendices costaux.

La queue du sigmoïde est située dans l'intérieur de la cage. Le passage du sigmoïde à travers les saillies du dorsum (dans la coulisse sigmoïdale), et l'extrémité du postdorsum assure à son axe vertical une certaine fixité de direction, lorsque les mouvements de l'aile se bornent au plissement et au déplissement. Cette disposition n'existe pas chez le Sirex, où le sigmoïde est simplement soudé au dorsum , en charnière linéaire, compliquée, il est vrai, de la fente dorsale.

Le *terminal* (petit cubital Jur., osselet terminal ou ongulaire Chab.) est un osselet allongé, renflé à ses deux extrémités. Il s'articule en dehors avec la base de la nervure postérieure et en dedans avec les appendices costaux et l'équerre.

Un ligament allongé accompagne le terminal sur tout son parcours et le dépasse de manière à lui servir de prolongement; ce procédé n'est pas nouveau pour nous (Névroptères Pseudo-Névroptères).

L'*équerre* (naviculaire Jur., équerre Chab.) est un des plus

petits osselets de la base de l'aile; il mérite assez bien son nom, sa surface étant courbée presque à angle droit. Il sert, avec le submédian, d'intermédiaire entre le sigmoïde et le terminal, et plus spécialement, il fait rouler la queue du terminal sur celle du sigmoïde dans le plissement et le déplissement. Cet osselet est peu visible, de quelque côté qu'on le regarde, soit de dedans, soit de dehors. On peut le voir cependant de dehors, dans le maximum d'extension de l'aile.

Chabrier prétend que cet osselet se retrouve chez les Lépidoptères et les Diptères. Il oublie malheureusement d'en reparler à propos de ces deux ordres, si bien qu'il nous est impossible de critiquer le rapprochement annoncé. Dernièrement M. Künckel d'Herculais (1) donne, chez les Diptères, le nom de naviculaire à une pièce qui, pour nous, est le dorso-terminal, et n'a rien de commun avec le naviculaire de Jurine ou équerre de Chabrier. Nous en reparlerons à propos des Diptères.

Les *appendices costaux* sont au nombre de deux: l'un antérieur, l'autre postérieur. L'appendice antérieur est placé entre la queue du sigmoïde, l'appendice postérieur et le terminal, au-dessus de l'équerre. L'appendice postérieur, d'une forme plus allongée, est articulé sur l'extrémité du vectiforme, dont il suit tous les mouvements, par rapport à la tête du subpostdorsum.

Le *vectiforme* est un osselet très long par rapport aux dimensions des appendices. Il est accolé au subpostdorsum par son extrémité externe seulement; il va en s'effilant graduellement vers son extrémité interne. Lorsque celle-ci descend sous l'action d'un muscle spécial, l'appendice postérieur monte, pousse l'appendice antérieur et transmet ainsi son mouvement à la queue du sigmoïde. Le sigmoïde bascule sur son tubercule, et finalement fait basculer la tubérosité antérieure par l'alifère. L'aile se porte en arrière et en haut. Lorsque l'aile se porte en sens contraire, c'est-à-dire en avant et en bas, le

(1) Künckel d'Herculais, *Organisation et développement des Volucelles*, 1re partie, p. 110. Paris, 1875.

vectiforme est entraîné en haut et dehors par l'intermédiaire des appendices costaux. Mais il est probable qu'à ce moment, le muscle du vectiforme se contracte pour maintenir la concavité du gouffre axillaire. Pareil rôle était dévolu chez le Sirex au faisceau postérieur du sternali-dorsal et au postaxillaire ; seulement la fente dorsale et le dorso-terminal sont les seules pièces de ce rouage si compliqué chez les Xilocopes. Les Sirex sont privés d'appendices costaux et d'équerre ; une seule pièce paraît, par ses relations, se rapprocher du vectiforme ; c'est le dorso-terminal. Le dorso-terminal des Diptères est plus semblable encore.

Base de l'aile postérieure. — Chabrier ne dit presque rien sur la base de l'aile postérieure. « Il y a, dit-il, quatre ou cinq osselets », et c'est tout. J'ai omis cette question dans mon premier mémoire ; je n'étais nullement convaincu que la base de l'aile postérieure était une simple répétition de la base de l'aile antérieure.

Je puis dire actuellement que la base de l'aile postérieure se compose de cinq osselets : subantérieur, sigmoïde, submédian, terminal et un appendice du terminal, donnant attache à des muscles analogues au muscle du tampon et au postaxillaire de l'aile antérieure.

L'extrémité externe du métanotum présente, en avant, un prolongement flexible qui s'intercale entre le subantérieur et le sigmoïde, et en arrière, une pointe plus rigide sur laquelle s'articule le sigmoïde. C'est au niveau de cette pointe qu'aboutit le sternali-dorsal du métathorax. Cette pointe est le coude dorsal qui sépare le golfe antérieur du golfe postérieur. Elle est un peu en arrière de l'alifère.

L'échancrure latérale du métanotum correspond à la fente dorsale du Sirex. Nous n'avons pas ici de différences aussi grandes qu'au métathorax, où les appendices costaux, équerre, rectiforme, constituent un appareil tout à fait spécial aux Porte-aiguillons.

MUSCLES DES AILES.

Nous avons vu que les ailes étaient très rapprochées, encore plus solidaires dans leurs mouvements que celles du Sirex ; que corrélativement, il y avait condensation, tendance à la fusion des pièces méso- et métathoraciques. Rien d'étonnant par conséquent à ce que nous trouvions les mêmes caractères dans la musculature. Les deux muscles les plus volumineux leur sont communs : le dorsal et le sternali-dorsal.

Le *dorsal* s'insère : 1° en arrière, sur la face antérieure de la partie centrale élargie du subpostdorsum ; 2° en avant sur les trois quarts de la voûte du dorsum, à partir du rebord antédorsal, jusqu'au postdorsum exclusivement, il forme une ligne dirigée d'avant en arrière et en dehors. Sa contraction augmente la voussure du dorsum, élève les bords du dorsum, et par suite, abaisse les ailes.

A la suite du dorsal, je placerai un muscle encore non signalé, qui s'insère en arrière vers l'extrémité du métanotum, au quart externe de cette extrémité, par un court et solide tendon ; il s'élargit en avant en patte d'oie, et s'insère dans la cavité du postdorsum, sur le bord antérieur de cette cavité. Il se dirige d'arrière en avant et en dedans. Est-ce là un muscle spécial aux Hyménoptères ou bien un souvenir du latéro-dorsal, si développé dans d'autres ordres (Orthoptères) ?

Sternali-dorsal. — Muscle en tronc de cône fixé par son sommet, sur le plancher mésosternal, et par sa base sur la zone latérale du dorsum. Son axe monte en avant et en dehors.

Sternali-postdorsal. — Petit muscle allant du sternum à l'extrémité externe du postdorsum. Il est situé dans la gouttière du postpleuron.

Il est, ainsi que le précédent, abaisseur des bords latéraux du mésonotum.

Muscles axillaires. — Ils peuvent se diviser en axillaires antérieurs et axillaires postérieurs, les uns se rendant au golfe antérieur, les autres au golfe postérieur.

1. *Préaxillaires.* — Un double muscle répond à ce nom : le premier va de l'antépleuron aux bords internes du subantérieur ; le second s'insère aussi sur le subantérieur, mais plus en arrière, son tendon n'est pas si résistant que celui du précédent ; en bas, il s'insère en avant et en dessus du premier.

2. *Postaxillaire.* — Ce muscle va du bord externe de la hanche à l'appendice antérieur du subpostdorsum. Il peut être comparé au postaxillaire du Sirex.

3. *Muscles du tampon.* — Je devrais dire de l'équerre et du terminal, car ils s'insèrent à l'union de l'équerre et du terminal. Mais leur position et leur direction ne me laissent aucun doute sur leur analogie, peut-être même homologie avec les muscles du tampon d'autres Insectes.

Jusqu'à présent nous avons vu un seul muscle s'insérant à l'apophyse antéro-inférieure du terminal, au tampon. Ici, à peu près à la place du tampon, nous avons un osselet mobile, isolé, l'équerre et une paire de muscles accolés, s'insérant à ce niveau. Nous verrons aussi une paire de muscles chez les Hémiptères et les Diptères.

4. *Muscle du vectiforme.* — Ce muscle va de la base des cornes mésosternales à l'extrémité interne du vectiforme.

La plupart de ces muscles ont leurs analogues dans le métathorax. On y remarque :

1° Un *préaxillaire*, placé tout le long du bord antérieur du métapleuron. Il descend du subantérieur à l'angle externe de la hanche. Son tendon supérieur est très faible, ce qui concorde avec ce fait que le versant antérieur de l'aile postérieure est entraîné presque mécaniquement par l'aile antérieure. Il résulte de l'insertion inférieure que ce muscle atteint son maximum de raccourcissement, la deuxième paire de pattes

étant pendantes en avant. Cette attitude des pattes doit cependant avoir une influence peu considérable sur la propulsion de l'aile postérieure, vu que, d'une part, le préaxillaire s'insère à l'extrémité de l'axe de rotation de la hanche, un point par conséquent qui subit très peu de déplacements, et que, d'autre part, l'aile postérieure est entraînée passivement;

2° Un *postaxillaire*, dont la partie inférieure, massive et volumineuse, s'attache aux bords postérieurs de la crête transversale du sternum. Son tendon supérieur très dur est fixé au niveau de la queue du terminal;

3° Un *muscle du tampon*, allant de l'antépleuron du métathorax à l'appendice du terminal.

Au-dessous de ces muscles axillaires, se trouve une série de muscles, la plupart exclusivement pleuraux :

1° Le *muscle du collier* allant de l'antépleuron à l'angle postérieur du collier;

2° Un *métapleural antérieur* s'insérant en avant et en bas, sur la face postérieure de la crête de séparation méso-métapleurale, en haut, à la base de l'alifère.

3° Un métapleural postérieur s'insérant en avant et en haut, au-dessus du rebord supérieur postpleural, en arrière et en bas dans la gouttière du pédicule abdominal.

4° Un dorso-métapleural, allant de la même gouttière à la face postérieure du subpostdorsum.

5° Entre les deux têtes alifères se trouvent encore quelques petits ligaments.

Ces derniers muscles ne jouent qu'un rôle secondaire dans le vol.

Facteurs constants des organes du vol. — En résumé, du Xylocope aux Pseudo-Névroptères, en passant par les Térébrants, Locustides et Névroptères, nous trouvons comme éléments constants les facteurs suivants :

1° Comme *forme générale* de la machine, un ovoïde plus ou moins allongé, à grosse extrémité dirigée en avant;

2° Comme *charpente*, un plancher solide, des parois latérales plus ou moins élastiques, plus ou moins réunies en

arrière, de manière à constituer une ligne transversale fixe de pivotement (cercle postérieur), maintenues chacune par une colonne verticale (entopleuron) et un toit (notum) mobile sur ses parois autour de cette dernière ligne et des sommets de la colonne. Cette dernière rotation a lieu par l'intermédiaire d'organes particuliers, les ailes;

3° Comme *forme générale schématique de l'aile*, une surface élastique triangulaire dont l'épaisseur va en diminuant graduellement d'avant en arrière et de la base au sommet, à base centrifuge. Cette surface est gauche, formée à la base de deux plans, un plan antérieur et un plan postérieur, mobiles l'un sur l'autre autour d'une ligne très variable, mais allant de la base vers les parties externes, dans le sens longitudinal de l'aile. L'existence de ce dièdre est constante;

4° Comme *articulation* de l'aile, en bas, une double face articulaire, l'une en avant, l'autre en arrière du sommet de la colonne (alifère), l'une pour le roulement du versant antérieur, l'autre pour le roulement du versant postérieur, — en haut, articulation du toit mobile avec l'arête du dièdre;

5° Comme moteurs : (*a*) des forces à la fois élévatrices, rétractrices et abductrices du sommet du dièdre; (*b*) des forces antagonistes des précédentes; (*c*) des forces propulsives, rapprochantes et abaissantes du plan antérieur; (*d*) des forces abaissantes et propulsives du plan postérieur. Les deux premiers groupes s'insèrent sur le toit et sur le plancher, les deux derniers à la racine de l'aile.

Ces forces motrices sont des muscles volontaires. Leurs actions se trouvent combinées avec des forces élastiques, involontaires. Les principales forces élastiques sont :

1° La résistance du toit à la courbure que lui impose le premier groupe;

2° La résistance de l'appareil de pronation situé en avant de l'alifère, à la flexion communiquée par le groupe (*c*).

Tels sont les facteurs constants qui me paraissent se dégager de l'organe du vol chez les quatre premiers ordres décrits (Névroptères, Pseudo-Névroptères, Orthoptères, Hyméno-

ptères). Nous approfondirons et préciserons mieux la nature de ces facteurs par l'étude des ordres suivants.

V — HÉMIPTÈRES.

Je décrirai un type d'Homoptère, la *Cicada plebeia* ou Cigale du frêne.

La grande prédominance du mésothorax sur le métathorax, l'aplatissement des pleures, la pauvreté du réticulum alaire, le facies glabre, luisant et corné de la surface alaire, ainsi que la forme trapue de l'animal, tels sont les traits généraux qui vous frappent à la première inspection.

Un autre trait saillant est un prolongement cunéiforme partant de la tubérosité antérieure et finissant bientôt en pointe en arrière et parallèlement au bord antérieur.

Aile antérieure. — On l'appelle aussi élytre, comme étant plus rigide que l'aile postérieure. Mais il ne faut pas voir dans cette dénomination un fait spécial aux Hémiptères. Chez tous les Insectes, l'épaisseur va en diminuant, soit du bord antérieur au bord postérieur dans la même aile, soit du bord antérieur de l'aile antérieure au bord postérieur de l'aile postérieure, si on considère l'ensemble des deux ailes.

La chitine qui forme les ailes de la Cigale est transparente, glabre, élastique et dure; elle présente de nombreux plis, perpendiculairement au côté antérieur de chaque cellule alaire. Les côtés de ces cellules proviennent des cinq nervures fondamentales.

La nervure antérieure est très large près de la base. Elle est renflée en arrière, aplatie en avant. L'aplatissement en biseau du rebord antérieur est un fait constant chez tous les Insectes que nous avons jusqu'ici étudiés.

La nervure antérieure s'articule mollement à la base avec la tubérosité antérieure et peut tourner sur elle dans certains sens, mais jamais autour d'un axe, soit vertical, soit horizontal. Elle n'a, en effet, avec l'humérus d'autres rapports que par l'intermédiaire de la nervure médiane, sur laquelle elle

roule longitudinalement autour de son bord postérieur (charnière linéaire simple). Quant à la nervure médiane, elle tourne autour d'un pli oblique de bas en haut, en arrière et en dehors. Le mouvement résultant de la nervure antérieure est donc un mouvement spiral et non circulaire.

On peut en dire autant de la nervure subantérieure, intimement accolée à la nervure antérieure dans toute sa longueur. Son extrémité basilaire passe à la face inférieure de l'aile où elle s'articule avec la tubérosité antérieure en flexion.

La nervure médiane a, chez les Hémiptères, une forme tout à fait spéciale. Au lieu de se continuer d'un bout d'aile à l'autre, elle reste cantonnée dans la partie basilaire, où elle s'enfonce comme un coin entre le versant antérieur et le versant postérieur. On croirait avoir affaire à un prolongement de la tubérosité antérieure servant d'axe de rotation longitudinal entre la partie antérieure et la partie postérieure de l'aile. C'est cette saillie cunéiforme qui nous a frappé à la première inspection, et qui nous fera toujours reconnaître sans hésiter une aile d'Homoptère.

En arrière de la nervure médiane, nous éprouvons une certaine déception à ne pas trouver une nervure unique pour représenter la nervure submédiane des Névroptères. Nous avons là une fosse submédiane analogue à celles que nous avons vues jusqu'à présent, mais pas de nervure simple qui vienne y mourir. Il y a cependant une *commissure transversale* formant une ligne brisée ouverte en dedans, à trois branches, donnant naissance à trois branches secondaires qui se dirigent en divergeant et en se ramifiant vers l'extrémité postéro-centrifuge de l'aile.

La partie située en dedans de la commissure forme une lame triangulaire en chitine dure. C'est son bord postérieur épaissi que je nomme la nervure submédiane, à cause de ses relations avec la région de la dépression submédiane. Elle se continue en dehors par la commissure transversale, et plus spécialement, plus directement par la plus postérieure des nervures secondaires, issues de la commissure.

En arrière de la dépression submédiane, nous trouvons une grosse tubérosité, l'*arcade postérieure*. Cette arcade est formée par la réunion à la base de deux nervures postérieures, et plus en arrière par la série des osselets qui réunissent le plan postérieur de l'aile au mésonotum. C'est l'analogue de l'arcade postérieure des Orthoptères, mais avec des pièces plus nombreuses.

L'arcade postérieure des Hémiptères offre deux parties bien tranchées : 1° la portion limitée par les deux nervures postérieures, portion entièrement semblable aux autres cellules alaires; 2° la portion la plus interne, occupée par une membrane molle et extensible. Cette portion roule le long du bord postérieur de la première, pendant que celle-ci roule le long de la nervure submédiane.

Pour terminer ce qui a trait au corps de l'aile proprement dite, nous remarquons qu'il se compose uniquement de la surface comprise entre les nervures antérieure, subantérieure, intermédiaire et submédiane. Cette surface n'a d'autres mouvements directs et immédiats que ceux qu'elle exécute longitudinalement autour de la nervure médiane et le long de la nervure submédiane. Ces mouvements sont oscillatoires, purement passifs, et dus à la résistance de l'air et au mode d'agencement de la tubérosité antérieure avec l'arcade postérieure.

Cette oscillation longitudinale de l'aile ne nous était pas encore apparue avec des lignes de rotation aussi nettement découpées.

Une autre ligne très accentuée est la *courbe de flexion* de l'extrémité de l'aile. La flexion elle-même est un fait constant, résultant de la convexité et de l'élasticité du bout de l'aile, qui se dérobe à l'air dans le coup ascendant ; le mode de flexion est variable. En général, l'aile fléchit suivant une ligne courbe qui se dirige en zigzaguant du sommet de l'aile vers la base du bord postérieur. Cette courbe est le lieu des points de flexion des principales nervures, lieu variable chez un même animal, suivant la force et l'étendue du coup d'aile. Cette

flexion est le résultat de l'élasticité et sans qu'il soit besoin d'une articulation spéciale. La nature en a décidé autrement pour la Cigale.

La flexion de l'extrémité de l'aile de la Cigale se fait au moyen de six articulations, allant du tiers externe du bord antérieur au sommet de la nervure submédiane, en décrivant une sinussoïde, dont la branche antérieure s'ouvre en dehors, et la branche postérieure en dedans.

Ces articulations consistent en une légère solution de continuité, transversale, surtout à la face inférieure. Les têtes en regard sont élargies transversalement, de manière à allonger l'axe de flexion, et à éviter tout autre mouvement en dehors de cet axe. Les nervures ainsi modifiées sont les nervures antérieure, subantérieure, une tributaire de la subantérieure, la fourche de la première nervure intermédiaire, et la seconde intermédiaire. L'extrémité de la troisième intermédiaire fléchit par élasticité, sans flexion.

On peut s'expliquer cette forme de flexion par de simples considérations mécaniques. Si l'aile était plane, elle aurait une tendance à fléchir ou à s'étendre autour d'une ligne droite, et cela indifféremment sur ses deux faces. Comme l'aile est une surface gauche, il faut distinguer la face concave de la convexe. La face concave ou inférieure opposera à la colonne d'air une résistance beaucoup plus grande que la face convexe, car par le fait même de sa concavité, elle ne peut fléchir de bas en haut sous peine de se rompre. La face convexe au contraire cédera à la colonne d'air ; car elle a plus de surface qu'il ne lui en faut pour fléchir vers la région où l'air la pousse. De là aussi la forme courbe de la ligne de flexion. De quelle nature est cette courbe? Il faut alors faire intervenir la vitesse, le genre et l'étendue de la surface alaire, le mode de répartition de l'élasticité, sans compter le mode de mouvement communiqué par les différentes combinaisons des moteurs. Le problème devient encore plus embrouillé, si, à la flexion transversale des principales nervures, on ajoute un plissement longitudinal (ce qui est le cas chez les Ortho-

ptères). Contentons-nous de signaler *grosso modo* la forme sinussoïdale de cette courbe chez les Hémiptères.

Base de l'aile. — Elle se compose d'une forte tubérosité antérieure, et de nombreux processus et osselets en arrière et en dehors de cette tubérosité.

La *tubérosité antérieure* est une pièce massive à rapports complexes, s'articulant en dehors avec le corps de l'aile, et l'arcade postérieure, en dedans avec le mésopleuron et le métanotum. Nous distinguerons un bord interne, un bord externe, une face inférieure et une face supérieure.

Le bord interne forme un angle ouvert en dehors et en bas.

La face supérieure forme deux quadrilatères réunis par la nervure médiane. Ils sont placés dans l'extension, l'antérieur presque vertical, le postérieur presque horizontal. Le *quadrilatère antérieur* a ses deux sommets externes pointus et divergents. Ce sont des pointes d'arrêt destinées à buter l'inférieure contre la base de la nervure antérieure, la supérieure contre la base de la nervure médiane. C'est au pied de ce bord externe, dans une excavation, que s'insère un ligament destiné au bord antérieur de l'aile.

Le bord antérieur du quadrilatère est libre. Le bord interne est réuni au dorsum par un ligament mou. Le bord postérieur est séparé du quadrilatère postérieur par un grand sillon, qui arrive presque jusqu'à l'angle interne de la tubérosité. Un autre sillon part du sillon médian et court d'arrière en avant parallèlement au bord interne du quadrilatère. Il se bifurque bientôt en une branche interne et une branche externe. Tous ces sillons correspondent aux cloisons de séparation des cavités inférieures.

La face inférieure du quadrilatère antérieur est encore plus accidentée que la face supérieure. La pièce principale est une apophyse à face inférieure concave, dont les parois aboutissent aux sillons déjà cités. C'est par l'intermédiaire de cette apophyse que le versant antérieur de l'aile roule sur l'alifère.

On pourrait la nommer l'apophyse inférieure de la tubérosité antérieure.

Autour des parois de cette apophyse, on distingue de petites cavités : 1° en dehors, la cavité radio-antérieure, déjà citée, donnant attache au ligament de la nervure antérieure ;

2° En dedans, une cavité intrathoracique réunie au dorsum par un ligament mou, au pleuron par une lame assez dure ;

3° Une cavité postérieure, au-dessous de la racine de la nervure médiane.

Le *quadrilatère postérieur* est lié au dorsum par le sigmoïde, à la racine de la nervure médiane par une étroite commissure chitineuse, au tiers interne d'un léger sillon linéaire qui le sépare de cette racine. Ses bords externe et postérieur sont plus ou moins taillés à pic, et c'est autour d'eux que roule le plan postérieur de l'aile.

Son bord externe donne insertion au *processus retro-médian*. Ce processus est une lame divisible en deux parties flexibles l'une sur l'autre, autour d'une ligne allant de la dépression submédiane au sommet postéro-externe du quadrilatère postérieur.

La face inférieure du quadrilatère postérieur porte à sa partie postérieure une forte apophyse en forme de botte, le *processus submédian*, dont le talon est intimement lié, mais non soudé à l'angle postéro-externe de la cavité postérieure citée plus haut. La semelle est mollement unie au processus pleuro-terminal, et la ligne supérieure de l'empeigne au tampon.

On voit d'après ces rapports que le quadrilatère antérieur domine la région du golfe antérieur, et commande le plan antérieur de l'aile. Le quadrilatère postérieur commande le versant postérieur. C'est à la fois le point d'attaque du dorsum, et le centre de ralliement de l'arcade postérieure.

J'ai donné à l'osselet qui unit le quadrilatère postérieur au dorsum le nom de *sigmoïde*, par analogie de rapports et même de forme avec le sigmoïde des Hyménoptères. Mais il est relativement beaucoup plus petit. C'est un osselet allongé,

légèrement tordu en 5 et formé de deux parties : l'une en avant du coude dorsal, en chitine pâle, l'autre plus volumineuse en arrière, en chitine chlorée. La première correspond à l'angle interne de la tubérosité antérieure; elle est légèrement flexible sur la seconde. Celle-ci est mobile en charnière sur le côté interne du quadrilatère postérieur.

L'*arcade postérieure* est formée par la base des nervures postérieures, et par le terminal avec ses quatre aboutissants tampon ou proterminal, extra-terminal, pleuro-terminal et dorso-terminal. On peut aussi y ajouter les supports du voile.

La base des nervures postérieures forme une lame taillée en biseau qui surplombe la dépression submédiane. Elle est en avant séparée du rétro-médian par la membrane molle qui tapisse le fond de la dépression. En arrière elle pivote sur l'extraterminal. On pourrait considérer la grande *cellule postérieure* tout entière comme un osselet d'union entre l'aile antérieure et l'aile postérieure.

Il ne faut pas perdre de vue que les deux ailes sont solidaires. On aurait tort, par exemple, de vouloir fabriquer des ailes artificielles en prenant pour modèle une seule paire d'ailes.

L'anatomie de cette grande cellule en peut servir de preuve. Son bord antérieur presque linéaire roule en charnière tout le long de la nervure submédiane. Son bord postérieur, presque rectiligne, forme un tour de spire d'un très petit rayon et à grand pas; la moitié interne donne insertion au voile; la moitié externe, plus étroite et plus concave, forme une rigole hélicoïdale, dans laquelle vient courir le cran ou crochet du bord antérieur de l'aile postérieure (1). Le mouvement de cette rigole et par suite de l'aile postérieure est donc sous la dépendance des mouvements de la charnière et de la base de la grande cellule postérieure.

(1) Sur les divers modes d'accrochement des deux ailes dans la série des Hémiptères, voy. Moleyre, *Recherches sur les organes du vol chez les Insectes de l'ordre des Hémiptères* (*Comptes rendus Ac. sc.*, t. XCV, n° 7, p. 349-352).

Nous avons déjà dit que cette base pivotait sur l'*extra terminal*. Celui-ci forme une lame concave en dedans, verticale dans l'extension, coiffant la partie postérieure du processus submédian dans le repliement. Elle s'arc-boute en dehors sur la cellule humérale, en dedans sur le sommet supérieur du terminal. Son bord supérieur est mollement lié aux deux supports du voile. Son bord inférieur donne attache au ligament de la dépression postérieure.

Le ligament se continue sur le bord inférieur du tampon. Le *tampon* est un osselet fortement concave en dedans, soudé en avant sur le bord supérieur du processus submédian, basculant en arrière sur le sommet supérieur du terminal. Sa face externe ou convexe fait partie de la dépression postérieure; sa face interne, de la cavité thoracique et donne insertion à un muscle particulier.

Le *terminal* est un osselet de forme triangulaire allongée. Son sommet supérieur pivote en avant sur l'extra-terminal, en dedans sur le tampon. Son côté externe est mollement lié au petit support du voile. Son bord inférieur donne attache en arrière au voile, en avant au ligament du golfe postérieur, et son bord supérieur au ligament de la dépression postérieure. Le sommet effilé interne du terminal s'arc-boute mollement sur les extrémités en regard du dorso-terminal et du pleuro-terminal.

Cette pièce n'est pas constante dans la série des Insectes, en tant qu'osselet distinct; mais jusqu'à présent nous n'avons constaté son absence que chez les Pseudo-Névroptères.

Le *pleuro-terminal* comprend deux parties intimement soudées. L'antérieure s'articule avec le bord postérieur de la tête alifère, sur laquelle elle peut fléchir de dehors en dedans. La postérieure beaucoup plus large s'articule mollement avec les extrémités du terminal et du dorso-terminal. Elle forme une sorte de presqu'île jetée au milieu du grand ligament du golfe postérieur. Sa face interne forme une capsule, ouverte dans la cavité thoracique, et donne insertion au postaxillaire.

Le *support du voile* est une lame triangulaire allongée, une

sorte de sésamoïde, située à l'angle de la cellule postérieure et de l'extra-terminal.

Le *voile* est une membrane souple, terminée en arrière par un bourrelet élastique; elle s'appuie sur la moitié interne du bord postérieur de la cellule postérieure, sur le support, sur le terminal et sur la commissure pleuro-dorsale.

Aile postérieure. — L'aile postérieure est beaucoup plus courte et plus souple que l'aile antérieure. Ses éléments peuvent se comparer presque pièce à pièce avec ceux de l'aile antérieure, mais avec de nombreuses modifications.

Une première série de modifications résulte de l'entraînement passif de son bord antérieur. A cet effet, il est creusé, sur le milieu de sa longueur, d'une petite rigole hélicoïdale de sens contraire à celle du bord postérieur de l'aile antérieure. L'extrémité externe de la rigole se termine par un crochet, qui maintient intimement accrochés les deux pas de vis, dans leur roulement réciproque. Au début du roulement, le crochet se loge au niveau de la pointe de la cellule postérieure. A ce moment, le bord antérieur de cette cellule et le bord antérieur de l'aile ont même projection horizontale; mais à mesure que le crochet glisse, leur angle augmente, et à la fin du coup descendant, c'est avec le bord postérieur de la cellule que vient coïncider le bord antérieur de l'aile.

Le bord antérieur est formé par les nervures antérieure, médiane et submédiane réunies. La nervure médiane ne forme plus cette saillie cunéiforme, caractéristique de l'aile antérieure. De la dépression submédiane partent des nervures intermédiaires sans commissure transversale; la première nervure qui suit le bord antérieur se bifurque à angle aigu dès son origine, et roule par sa branche postérieure sur un couple de nervures intermédiaires coudées en U à leur extrémité basilaire. A la place de la grande cellule postérieure, nous avons trois nervures postérieures à têtes basilaires isolées. La dernière est plus longue, mais de même forme que le support du voile à l'aile antérieure.

La *tubérosité antérieure* est moins massive et moins dure qu'au mésothorax. Le quadrilatère antérieur n'est plus reconnaissable; il est réduit à une bande étroite, qui donne attache au ligament antépleuro-basilaire. Le bord antérieur de l'aile tourne sur la partie antérieure de la tubérosité antérieure autour d'un axe, voisin de la verticale. La partie postérieure est plus développée : nous y retrouvons un processus submédian, et un rétro-médian. Le rétro-médian pousse le terminal par l'intermédiaire d'un extra-terminal ; le processus submédian fait corps avec un prolongement qui, comme dans l'aile antérieure, le réunit à un tampon arciforme, en bas avec le *pleuro-terminal* qui est muni de sa cupule ; le dorso-terminal est semblable à celui de l'aile antérieure.

Telle est l'analyse aussi minutieuse que possible du corps et de la base des deux ailes. On peut déjà se faire idée de la forme possible de la surface alaire. Si l'on accroche les deux ailes et qu'on les examine à l'état d'extension complète, alors qu'elles ne font plus qu'une surface continue, on voit que les insertions basilaires des nervures dessinent une ligne courbe à partir de laquelle elles vont en divergeant graduellement, comme les génératrices successives d'une surface gauche.

Nous avons négligé ce détail dans les ordres précédents; il est tout aussi net que chez les Hémiptères, et dorénavant nous le noterons soigneusement, afin d'en tirer quelques éclaircissements sur la nature possible de cette surface.

Pour compléter l'étude de la base de l'aile, il faudrait décrire encore l'appareil de pronation. Nous le verrons à propos du pleuron.

MÉSOTHORAX.

Mésopleuron. — On peut distinguer un antépleure et un postpleure, séparés par un sillon allant en zigzag du cercle pédieux à l'alifère. Ce sillon présente en bas, à son origine, une excavation à laquelle correspond en dedans une apophyse considérable, l'*apophyse pédio-pleurale*. A ce même niveau, il est croisé par un autre sillon, allant d'avant en arrière et en

haut. Il y a donc lieu de distinguer quatre segments rayonnant autour de ce trou, deux à l'antépleure, deux au postpleure.

1. Le segment supérieur de l'antépleuron a la forme d'un bouclier ovalaire. La moitié antérieure se courbe en dedans et disparaît sous le prothorax. Elle est en outre en haut séparée de la postérieure par une fente très prononcée, *fente antépleurale*, longue, remplie d'une chitine plus claire, qui facilite ainsi la flexion de dehors en dedans. Toute cette partie du bouclier située en dedans de la fente doit jouer un rôle important dans le vol : car 1° son bord supérieur s'articule avec le bord interne du quadrilatère par l'intermédiaire d'un osselet triangulaire, tordu, l'*osselet de pronation;* 2° son bord interne donne insertion à une commissure antépleuro-dorsale, formée de deux processus intimement accolés, mais flexibles l'un sur l'autre; ils offrent une certaine analogie avec la commissure de même nom chez la Panorpe. Le processus supérieur s'unit par son extrémité seulement au bouclier, tandis que l'inférieur y est soudé suivant une ligne assez étendue; par contre, le supérieur aboutit à l'autre dorsum avec lequel il fait corps, tandis que l'inférieur s'arrête à moitié chemin. Voilà donc finalement trois axes principaux de transmission de mouvement du mésonotum sur l'antépleure : axe des processus entre eux, de la commissure sur le bouclier, axe de la fente.

L'extrémité inférieure du bouclier présente un sillon servant à guider et à limiter la course d'une saillie inférieure du prothorax.

2. Le segment inférieur de l'antépleuron ne présente en dehors rien de particulier; en dedans il se fond avec l'antésternum.

3. Le segment supérieur du postpleuron a une forme quadrilatère; les deux bords inférieurs de ce quadrilatère sont riverains des sillons déjà cités. Le bord postéro-supérieur limite en avant le golfe postérieur, tandis que le processus postpleuro-dorsal le limite en arrière et le dorsum en dedans. C'est vers le milieu de ce bord que s'articule le pleuro-terminal.

Plus haut, nous sommes sur l'apophyse alifère; c'est une apophyse élancée, bien assise, formée par l'union de l'anté- et du postpleuron, c'est-à-dire par le sommet de l'entopleuron. Le sillon de l'entopleure se contourne à son extrémité de façon que la partie postérieure ait une position interne par rapport à l'antérieure (fait constant chez tous les Insectes).

L'articulation de l'alifère avec la base de l'aile a lieu par l'intermédiaire d'une lame de chitine assez épaisse, non colorée, soudée d'une part à la face interne de l'alifère, de l'autre au bord interne de l'apophyse basilaire inférieure. Nous avons, du reste, déjà parlé de cette lame à propos du bord interne du quadrilatère antérieur. Cette lame doit permettre une torsion de son axe vertical pour faciliter l'aller et le retour du bord antérieur de l'aile. Il faut bien qu'il en soit ainsi, puisque l'articulation pleuro-alaire n'est pas ici une condylarthrose, comme chez les Hyménoptères.

Signalons encore sur la face externe du segment supérieur une forte crête, sur laquelle s'appuient au repos la terminaison de la nervure antérieure et le bord antérieur de la tubérosité antérieure. Elle doit servir à protéger les parties molles du golfe postérieur.

4. Une autre crête, située sur le segment inférieur postpleural, protège un stigmate intermédiaire au méso- et au métapleuron. La partie inférieure de ce segment se fond avec le poststernum.

Mésopleuron, face interne. — A chacun des sillons décrits sur la face externe correspond une crête sur la face interne. Au point de croisement, elles se tordent l'une sur l'autre, de manière à former une longue apophyse transversale, très concave inférieurement, qui surplombe le trou pédieux : c'est l'apophyse pédio-pleurale; c'est une sorte de nœud destiné à renforcer l'union des quatre segments mésopleuraux. La crête la plus large est la portion de l'entopleuron située au-dessus de l'apophyse. La crête antéro-postérieure est peu développée dans sa moitié antérieure; celle-ci se bifurque à son extré-

mité. Nous avons vu en effet, sur la face externe du bouclier, un sillon secondaire se détacher du principal pour loger une saillie du prothorax; la moitié postérieure s'unit au post-dorsum.

Mésonotum. — Il est de beaucoup plus volumineux que le métanotum. Cette disproportion marche de pair avec celle du méso- et du métapleuron; il forme une surface convexe, hexagonale; le bord antérieur est échancré sur son milieu. Cette échancrure est comblée par une lame de chitine claire, antédorsum, qui se continue en outre de chaque côté de l'échancrure par un étroit prolongement. Cette lame est intrathoracique; une membrane l'attache à son bord supérieur et l'unit au prothorax.

Le bord antéro-latéral du dorsum forme le bord interne du golfe antérieur, ou terrain d'évolution de la racine antérieure de l'aile. Ce terrain est limité d'autre part, en avant, par la commissure antépleuro-dorsale, en dehors par le segment supérieur de l'entopleuron.

Le bord postéro-latéral forme la rive interne du golfe postérieur; il forme avec le précédent un angle de 100 degrés environ; le bord postérieur est deux fois plus long que l'antérieur; le sommet de l'angle, ou *coude dorsal*, porte une *fente dorsale* tapissée par une membrane molle. C'est le point du dorsum le plus rapproché de l'alifère; il en est seulement séparé par la tubérosité antérieure, jetée comme un pont mobile au-dessus du mince détroit qui unit les deux golfes.

Le côté postérieur du mésonotum forme un rebord élevé, large et massif; le milieu est renflé et ressemble à un X dont les branches limitent sur la face supérieure du mésonotum une dépression médiane et deux latérales (dépression postdorsale), chacune de celles-ci avoisinant le golfe postérieur. Un sillon transversal parcourt les dépressions postdorsales et sépare le rebord postérieur mésonotal du mésonotum proprement dit; ce rebord postdorsal est extrathoracique; il masque complètement le métanotum dans sa partie médiane; il est inti-

mement uni par son extrémité externe avec la crête antéro-postérieure du mésopleuron. En avant et par sa face inférieure il est soudé au subpostdorsum.

Le subpostdorsum est formé par deux grandes lames triangulaires réunies en haut par une pièce médiane, à partir de laquelle leurs côtés internes divergent, formant ainsi une longue échancrure pour le passage des autres appareils (digestif, respiratoire, etc.). Les côtés externes sont libres comme les internes; ils sont éloignés des parois postpleurales. Ils descendent aussi verticalement, mais dans un plan plus postérieur que les internes; ils se raccordent avec ceux-ci, de manière à constituer une extrémité anguleuse repliée horizontalement en avant jusqu'au niveau de la corne entosternale.

Chacune des palettes du subpostdorsum ressemble à une langue pendante verticalement dans la cage, à concavité antérieure et à pointe recourbée en avant, parallèlement au sternum.

Le bord postérieur du subpostdorsum est soudé à la face inférieure du postdorsum et à l'angle postéro-supérieur du postpleuron. Cet angle est épaissi par le rapprochement de la crête antéro-postérieure du mésopleuron, et de la crête méso-métapleurale (formée par l'adossement du méso- et du métapleuron).

Le mésonotum est donc lié au pleuron, de manière à constituer un cercle postérieur rigide (*sic* Névroptères).

Au milieu du tiers interne du bord supérieur subpostdorsal se trouve l'origine de la crosse. J'appelle ainsi l'élévation qui sépare la concavité médio-supérieure de chaque palette des concavités latérales. Cette crosse se continue en arrière et donne le dôme latéral du métanotum.

Mésosternum. — L'entosternum donne deux apophyses allongées montant jusqu'au niveau de l'apophyse pédiopleurale.

Le poststernum se réduit à une zone mince située entre deux paires de cercles pédieux.

Métapleuron, face externe. — Il est divisé par le sillon entopleural en segment antérieur (antépleure) et segment postérieur (postpleure). Ces deux fragments se fondent en bas avec le métasternum. La partie supérieure, après s'être d'abord courbée en dedans, se retrousse finalement en dehors, de manière à former une crête verticale ; cette crête se dirige d'arrière en avant, en décrivant une S. La boucle antérieure forme l'alifère, la boucle postérieure le rivage pleural du golfe postérieur.

La partie antérieure de l'alifère forme une apophyse pointue, sur laquelle s'articule la racine du bord antérieur de l'aile par un osselet allongé, l'analogue de l'osselet de pronation. La partie postérieure s'articule par une lame chiniteuse élastique claire avec la face inférieure de la tubérosité antérieure.

La partie antérieure de l'alifère est immédiatement au-dessous et en avant de l'osselet de pronation, intimement soudée au cercle postérieur, si bien que le golfe antérieur est presque nul. Corrélativement, l'antépleure est de plus en plus étroit vers sa partie supérieure. Ce sont là de profondes modifications si l'on compare le métapleure au mésopleure.

Signalons encore l'absence du sillon antéro-postérieur et la présence sur le postpleuron d'une grande crête, en forme d'oreille, dont la partie supérieure abrite le stigmate métathoracique.

Le postpleuron se prolonge supérieurement et forme avec son symétrique et le postdorsum le cercle postérieur.

Face interne. — Il est séparé du mésopleuron par une forte crête, la crête mésométapleurale, qui se bifurque en haut pour embrasser le stigmate : le bras antérieur s'unit au bord interne du subpostdorsum, le bras postérieur au bord supérieur.

C'est à ce bras postérieur, au niveau de son union avec le subpostdorsum, qu'est soudée la base de l'alifère.

L'entosternum est moins large que celui du mésopleuron ; l'apophyse pédio-pleurale bien plus petite.

Le bord postérieur du postpleuron forme aussi une crête, fortement épaissie à sa partie supérieure, et percée d'un stigmate. Les bras présentent chacun une apophyse ; l'antérieure plus basse et plus petite que la postérieure. Ces apophyses limitent une excavation immédiatement au-dessous du stigmate. Au-dessus du stigmate, la crête se continue et se fond avec le postdorsum.

Métanotum. — Le métanotum est beaucoup plus réduit que chez les Térébrants, et plus même que chez les Porte-aiguillons. Chez les Porte-aiguillons, le métanotum se réduit à une demi-ceinture, comme l'appelle justement Chabrier. C'est une pièce étroite, mais dont la réduction a été assez uniforme, laissant les bords parallèles. Ce type de réduction n'a rien de commun avec celui des Hémiptères. La réduction du métanotum des Térébrants est plus voisine : le métanotum est très rétréci au milieu comme celui des Hémiptères, mais les diverses parties sont encore distinctes et reconnaissables.

Chez les Hémiptères, le métanotum se réduit à une pièce latérale, fortement concave inférieurement, soudée à la crosse du subpostdorsum. Cette pièce est de forme triangulaire. On dirait une coquille de Moule (Mytilus) dont le bord ventral serait tourné en avant et en dedans, et dont la charnière représentait le coude dorsal, en regard de l'alifère. Nous retrouvons ici la fente dorsale et un sigmoïde en regard.

Le dôme du métanotum est très mobile par son bord postérieur, qui est mollement lié au cercle postérieur.

En somme le squelette de la *Cicada* constitue un type fort original, qui s'éloigne à beaucoup d'égards de tous les ordres précédents. Certaines de ses dispositions ne se retrouveront plus que dans un seul ordre, dans celui des Diptères.

MUSCLES DU VOL.

Muscles de l'aile antérieure. — En ouvrant l'animal par une section médiane longitudinale, nous rencontrons successivement en allant de dedans en dehors :

Dorsal. — Grand muscle longitudinal, mais très incliné d'arrière en avant et en haut. Il s'insère : en arrière sur la face antérieure du subpostdorsum, au-dessus et en dedans de la crosse, en avant sur la palette médiane de l'antédorsum, et sur le dorsum dans toute la zone située en dedans du sillon latéral longitudinal.

Sternali-dorsaux. — Cette dénomination est juste pour les *faisceaux antérieurs*, qui en effet s'insèrent sur l'antésternum et de là se rendent au dorsum dans un espace triangulaire, immédiatement en dehors du sillon latéral longitudinal.

Pour les *faisceaux postérieurs*, la dénomination se trouve en défaut. Ils s'insèrent : en bas, non pas sur le sternum, mais sur le subpodorsum, en dehors et en dessous de la crosse, en haut sur un espace ovalaire du dorsum compris entre la fente, l'insertion des faisceaux antérieurs, le sillon latéral et le bord latéral du dorsum.

Cette insertion inférieure des faisceaux postérieurs s'explique aisément par la conformation spéciale du subpodorsum. Il descend plus bas que chez tous les autres Insectes, et se recourbe ensuite en avant, à peu de distance du plancher sternal. Cette partie recourbée est liée au sternum par de nombreux et courts faisceaux de muscles.

Muscles axillaires. — Il y a deux préaxillaires, deux muscles du tampon, un postaxillaire et un muscle du dorso-terminal.

1. L'un des *préaxillaires*, l'antérieur, s'insère en bas sur l'antésternum en avant de l'ouverture pédieuse, en haut sur l'angle antéro-inférieur de l'antépleure. Ce muscle est dirigé de haut en bas, en arrière et en dehors.

2. Le second *préaxillaire* est un coxali-pleural. Il va en effet du godet antérieur de la hanche au bord antérieur intrathoracique de l'antépleuron.

Ces deux muscles concourent à abaisser la tubérosité antérieure. Le postérieur sert en même temps à porter la hanche en avant.

3-4. *Muscles du tampon.* — Il y en a deux comme chez les Porte-aiguillons. Le muscle *supérieur* s'insère sur la rive antérieure de la *fente antépleurale*. Il s'insère en arrière, non sur le *tampon*, mais à côté et en dedans, sur la membrane du golfe postérieur.

Le muscle *inférieur* s'insère en arrière de la fente, sur l'angle postéro-inférieur de l'antépleuron.

5. Le *postaxillaire* s'insère en bas dans le godet postérieur de la hanche; en haut sur la cupule plate, située au-dessous des extrémités convergentes du terminal, dorso-terminal, et pleuro-terminal.

Il porte le terminal en bas, tandis que les muscles du tampon le tirent en avant.

6. *Muscle du dorso-terminal.* — En bas, par un fort tendon sur la zone membraneuse du bord postérieur de la hanche, en arrière du godet postérieur, en haut sur l'angle postéro-interne du dorso-terminal.

Ce muscle singulier n'a d'analogue que chez les Porte-aiguillons, où le muscle du vectiforme a à peu près les mêmes direction et relations.

Muscles de l'aile postérieure. — Dorsal. — Nul.

Sternali-dorsaux. — On peut comprendre sous cette rubrique cinq muscles distincts.

1. { Godet antérieur de la hanche.
Rebord antérieur du dôme.

Abaisse l'extrémité interne du métanotum et fait rouler la hanche en avant.

2. { Godet postérieur de la hanche.
Bord latéral du dorsum, au niveau de l'articulation de l'aile.

Abaisse le bord latéral du dorsum et fait rouler la hanche en arrière.

3. Antésternum en avant du cercle pédieux. Rebord antérieur du dôme dorsal.

4. Zone membraneuse qui attache la hanche à l'antésternum. Rebord antérieur du dôme.

5. Tendon allongé sur le poststernum, en arrière du cercle pédieux. Bord postérieur médian du métanotum.

Il semble destiné à brider le cercle postérieur du thorax, pour résister aux tiraillements du grand dorsal du mésothorax.

Muscles axillaires. — Il y en a trois :

1. L'un, puissant, se rend du godet postérieur de la hanche à la cupule écailleuse du golfe postérieur.

Il abaisse le terminal et fait rouler la hanche en arrière.

2. Petit muscle allant de l'antépleuron (partie supérieure) au tampon. Il tire le terminal en avant et en bas.

3. Plus petit encore, va de l'entépleuron, de l'apophyse pédio-pleurale à la membrane qui sépare le tampon du dorso-terminal. Il tire cette membrane en bas, verticalement.

Nous ne voyons pas de préaxillaire, ce qui ne saurait nous étonner, après ce que nous avons remarqué dans la conformation du squelette ; nous avons vu, en effet, que l'antémétapleuron était réduit à sa plus simple expression, et que l'aile postérieure était passivement entraînée par l'aile antérieure.

Nous avons aussi remarqué que le préaxillaire métathoracique des Porte-aiguillons était fort réduit. Par compensation, ces derniers Insectes possèdent comme les Hémiptères deux muscles du tampon. Les Hémiptères ayant une organisation générale fort différente de celle des Porte-aiguillons, il faut voir dans ces rapprochements musculaires surtout une similitude de fonction.

Dans l'un et l'autre groupe l'ensemble des deux ailes forme

une aile typique unique, à grosse tubérosité antérieure, à nombreuses oscillations (rouage compliqué du versant basilaire postérieur) des deux versants de l'aile autour de cette tubérosité. Il n'est donc pas étonnant si la musculature se ressent de cette similitude.

VI. — LÉPITOPDÈRES.

Traits généraux. Corps très velu. Ailes très volumineuses par rapport au poids et aux dimensions du thorax ; elles ne se plient pas et restent étendues même au repos. Écailles axillaires velues, recouvrant toute la racine du plan antérieur de l'aile. Branches entopleuro-dorsales.

AILE ANTÉRIEURE.

Elle est comme chez tous les Insectes (sauf certains Coléoptères) plus longue que l'aile postérieure. Elle est recouverte d'écailles, et très volumineuse (sauf chez la *Sesia apiformis*, où elle est glabre et de moyen volume). Elle est beaucoup moins concave inférieurement que celle des ordres déjà étudiés ; chez un grand nombre d'espèces, elle paraît *peu élastique* et *quasi plane* (empressons-nous d'ajouter que le vol de ces espèces est très défectueux, et comparable à la démarche d'un ivrogne).

L'aile antérieure du Sphinx ou de la *Saturnia* présente à la base le même facies général que chez la Cigale, c'est-à-dire une pièce médiane autour de laquelle tournent le versant antérieur et le versant postérieur de l'aile. Cette pièce s'articule en dedans avec le dorsum, en dehors avec le pleuron, et en haut avec l'arête du dièdre basilaire, c'est-à-dire avec l'arête médiane. Seulement ici, l'arête est liée d'une façon rigide aux nervures voisines, et va d'un bout d'aile à l'autre ; tandis que chez la Cigale, elle formait une sorte d'axe longitudinal cunéiforme, permettant des mouvements plus étendus de pronation et de supination.

Il est vrai que les Lépidoptères tiennent leurs ailes relevées

u repos, et n'ont, par suite, aucun besoin de mouvemen si étendus. D'une manière générale, les mouvements de l'arête avec les pièces voisines sont beaucoup moins souples que chez la Cigale.

Ce caractère de rigidité de la base, l'aspect planiforme du reste de la surface, et le port des ailes sont des éléments trompeurs, peu propres à faire naître une saine théorie sur le vol.

A priori, une aile ainsi conformée semblerait devoir jouer un rôle plus passif que celle des ordres précédents (les Orthoptères exceptés). En revanche, les autres parties du thorax sont plus actives et plus compliquées, tant pour la pronation que pour la rétraction.

La première pièce qui nous frappe à la base de l'aile est une grande *écaille* qui en recouvre toutes les parties membraneuses. Elle est plus volumineuse et plus allongée que chez les Hyménoptères. Sa partie postérieure forme une grande échancrure pour mieux embrasser le contour de la base. Elle est formée de deux membranes superposées, l'inférieure molle; elles limitent une cavité communiquant par une fente de la membrane inférieure avec la cavité générale du thorax.

L'*écaille* est fixée au milieu de la membrane du golfe antérieur, dans l'espace qui sépare l'antépleuron de la branche entopleuro-dorsale. Le rôle de l'écaille vis-à-vis du golfe antérieur est surtout un rôle protecteur, analogue à celui du pronotum des Cigales.

Les cinq nervures fondamentales sont ici très accusées, et aussi distinctes que chez les Pseudo-Névroptères; mais leurs articulations basilaires diffèrent notablement.

La *nervure antérieure* est très large à la base. C'est là que sa distance à la nervure subantérieure est maximum. Son union avec la tubérosité antérieure ne devient compréhensible qu'en le comparant à celle des Hémiptères. Chez ces derniers, la terminaison basilaire de la nervure antérieure s'arrondit et peut rouler dans une excavation externe de la tubérosité, grâce

à un ligament assez mou. Ce ligament est devenu chez les Lépidoptères une pièce à chitine plus dure. Elle est séparée de la nervure antérieure par un pli rigide, et en arrière de la tubérosité par un pli mou. En arrière de ces plis, elle se fond avec la tubérosité ; il s'ensuit que la rotation de la nervure antérieure des Lépidoptères autour de la tubérosité doit être moins prononcée que chez les Hémiptères.

La *nervure subantérieure* n'est saillante que sur la face inférieure de l'aile. Au niveau du pli rigide, elle plonge tout à fait sous l'aile et s'articule avec la face inférieure de la tubérosité. Cette articulation est élastique et de flexion. Elle forme avec le *pli mou* le système spécial d'articulation du bord antérieur sur la tubérosité antérieure.

La *nervure médiane* est très saillante sur la face supérieure de l'aile, surtout au voisinage de la base. Au niveau du pli rigide, elle s'étrangle, et finit sur la tubérosité par une extrémité effilée. Cette courte portion correspond à la longue pièce médiane si caractéristique des Hémiptères.

L'extrémité centrifuge de la nervure médiane se ramifie : une des branches, l'antérieure, se porte à côté de la nervure subantérieure, qui est déjà accolée à la nervure antérieure. On peut donc dire que le bord antérieur de l'aile est, dans sa partie centrifuge, formé par l'accolement graduel des trois premières nervures.

La *nervure submédiane* se termine dans la dépression submédiane au pied du rétro-médian. Elle n'est saillante que sur la face inférieure de l'aile. Sa terminaison basilaire se fond avec la membrane molle qui tapisse la face inférieure du plan postérieur de l'aile.

Les *dépressions submédiane* et *postérieure* sont peu étendues : elles se bornent au sillon étroit et encaissé qui fait le tour du processus submédian.

La *nervure postérieure* est formée de deux branches vers sa terminaison basilaire ; ces deux branches, en se réunissant, forment une tête massive analogue à celle des Hémiptères. La *cellule postérieure* ainsi formée est entièrement comparable à

la cellule postérieure ou *lancéolée* des Hyménoptères Térébrants et des Hémiptères ; mais elle n'est pas conformée de manière à s'accrocher avec l'aile postérieure. Elle présente en outre une grande rigidité dans ses rapports basilaires, rigidité déterminée par le port des ailes.

Ce dernier fait rapproche les Lépidoptères d'un ordre diamétralement opposé sous tous les autres rapports, des Pseudo-Névroptères. Il y a un grand intérêt à voir ce qu'une même fonction (extension des ailes) peut produire dans des machines si différentes à d'autres égards. On voit que chez les Lépidoptères les dépressions submédiane et postérieure tendent à se combler par l'ankylose de pièces ailleurs (Hémiptères) si mobiles ; chez les Pseudo-Névroptères, les dépressions sont comblées : l'ankylose et la fusion des pièces sont complètes.

La *tubérosité basilaire* est divisible en une portion antérieure spécialement réservée au pleuron, aux nervures antérieure et subantérieure et une portion postérieure réservée au dorsum et aux nervures du versant postérieur de l'aile. Il y aurait donc lieu ici comme chez les Pseudo-Névroptères de distinguer la tubérosité antérieure et la tubérosité postérieure. Ces deux divisions correspondent aux quadrilatères antérieur et postérieur des Hémiptères ; elles prennent même chez la *Saturnia* une forme quadrilatère, ce qui complète l'analogie. Le mot de tubérosité est cependant meilleur, parce que la forme quadrilatère peut ne pas être si évidente (par exemple chez certains Sphingides).

La *tubérosité antérieure* diffère du quadrilatère antérieur des Hémiptères par son mode d'union avec la nervure antérieure (pli mou).

La face inférieure porte une apophyse entourée des trois cavités antérieure, interne, postérieure.

La *tubérosité postérieure* s'articule avec le pleuron, le versant postérieur et le mésonotum par de nombreux processus ou osselets qui sont : rétro-médian, submédian, extra-terminal, terminal, proterminal ou tampon, pleuro-terminal et un double sigmoïde.

Le *rétro-médian* se présente sur la face supérieure sous la forme d'un parallélogramme à angles émoussés, sauf l'antéro-interne qui est effilé et s'unit à la tubérosité postérieure au même niveau que la nervure médiane. L'angle opposé s'arc-boute entre la nervure submédiane et la tête terminale des nervures postérieures. Ce processus sépare la dépression sub-médiane de la dépression postérieure. La première se réduit à un sillon étroit, la seconde est plus spacieuse. On voit au fond de celle-ci un osselet qui sépare le submédian du pleuro-terminal.

Le processus *submédian* est intimement soudé au processus pleuro-terminal, tandis qu'il en était séparé par une membrane molle chez la Cigale. On peut donc décrire deux parties dans le submédian, une partie supérieure (intermédiaire des Térébrants) et une partie inférieure. La partie supérieure s'articule : 1° en avant avec l'apophyse inférieure de la tubérosité antérieure, de manière à pouvoir se fléchir sur cette apophyse ; 2° en arrière, elle fait corps avec un osselet fortement concave, en avant, avec le tampon. La portion inférieure s'articule : 1° en avant sur la face postérieure de l'alifère ; 2° en arrière et en bas avec une cupule énorme, qui remplit toute la partie inférieure du golfe postérieur ; 3° en arrière avec le terminal.

Cette portion inférieure ayant mêmes rapports que le *pleuro-terminal* d'autres Insectes, il n'y aurait pas d'inconvénient à lui donner le même nom.

Le *terminal* est une pièce allongée formée de deux branches coudées. La branche postérieure fait corps avec le processus dorso-terminal et se dirige de haut en bas en avant et en dehors. L'antérieure part du coude et monte en avant et en dedans (au repos) ou en dehors (abaissement) pour s'articuler avec la cellule postérieure. C'est au niveau de cette articulation qu'elle porte en avant une lame arciforme fortement concave en avant, le tampon ou proterminal.

Le *tampon* fait corps en avant avec le processus submédian. La branche arciforme donne insertion au muscle du Tampon.

Le prolongement *dorso-terminal* ne constitue pas une pièce distincte : même fait chez les Pseudo-Névroptères.

Tous les osselets qui viennent d'être décrits ont beaucoup moins de jeu que chez les Hémiptères, ce qui aussi en rend la dissection plus délicate.

Le *sigmoïde* des Lépidoptères est une pièce volumineuse et caractéristique ; il semble formé de deux osselets qui se seraient soudés à leur base, du côté du dorsum.

Le sigmoïde antérieur s'articule avec la branche antérieure de la fente dorsale, le postérieur avec la branche postérieure. Leurs sommets s'articulent avec le bord interne de la tubérosité postérieure. Leurs bases sont réunies en regard de la fente par une chitine plus souple, de manière que l'antérieur puisse se fléchir légèrement sur le postérieur. Leur direction générale de la base au sommet est verticale, mais dans des plans différents.

Le postérieur, le plus volumineux, s'articule en charnière simple, linéaire, avec la branche postérieure de la fente dorsale.

Les articulations mésonotales des deux portions du sigmoïde sont écartées au repos, mais susceptibles, grâce à la fente, de se déplacer l'une par rapport à l'autre. Ainsi, sous l'influence du dorsal, ces articulations tendent à se rapprocher, s'élèvent, produisent une flexion dans le sens transversal qui se traduit sur les deux points d'attaque de la tubérosité postérieure par une traction dirigée en arrière. Cette traction détermine un roulement avec abaissement du bras de levier externe de la tubérosité postérieure.

Ainsi apparaît nettement le rôle du sigmoïde, rôle plus difficile à concevoir dans certains des ordres précédents. Le sigmoïde des Lépidoptères peut se comparer avec celui des Sirex, dans lequel nous avons aussi constaté deux portions, mais bien moins isolables.

On pourrait déjà schématiser le sigmoïde par une pièce double à cinq articulations, deux internes, deux externes et une médiane entre les deux moitiés de cette pièce.

Y a-t-il lieu de comparer ce double sigmoïde aux deux pièces décrites chez les Pseudo-Névroptères sous les noms de d'antésigmoïde et de sigmoïde? Dans les deux ordres, les relations topographiques sont semblables (union du dorsum et des tubérosités basilaires; situation en avant et en arrière de la fente dorsale), mais les fonctions sont bien différentes.

Le double sigmoïde des Pseudo-Névroptères n'est pas chargé de transmettre aux tubérosités une force d'abaissement, puisque le dorsal est rudimentaire. Il transmet seulement une force de relèvement (action des sternali-dorsaux), et dans ce cas sa besogne est peu considérable, le relèvement étant prompt et aisé (moindre résistance de l'air, réactions élastiques élévatrices du squelette). De là, sans doute, le moindre volume et l'isolement des pièces situées en avant et en arrière de la fente dorsale.

AILE POSTÉRIEURE.

Elle est plus courte, plus large, plus flexible que l'aile antérieure.

La nervure antérieure n'est pas chargée d'attaquer l'air comme dans l'aile mésothoracique. Elle est réduite à un court moignon en forme de yatagan, courbé en avant en dedans et en haut. Sa pointe est appliquée contre la face inférieure de l'aile antérieure, en regard de la racine de la nervure submédiane. Son bord inférieur est fortement velu; il a, grâce à ses poils, un contact assuré avec le voile de l'aile antérieure.

La nervure subantérieure présente une forte courbure, à concavité tournée en arrière. Sa courbure est parallèle à celle de la nervure submédiane de l'aile antérieure. Tout l'espace compris entre la nervure antérieure et la nervure subantérieure est comblé par une lame mince, semi-membraneuse, qui constitue le bord antérieur de l'aile postérieure. Cet espace forme donc un rectangle très allongé, caractéristique de l'aile postérieure, logé sous le versant postérieur de l'aile antérieure, et destiné à assurer la continuité du gouffre axillaire.

Chez les Lépidoptères bons voiliers, ce contact est encore plus sûr grâce à une articulation en spirale conique (voy. au début de notre travail).

La *nervure médiane* est ramifiée à son extrémité centrifuge, mais elle n'a pas la branche qui, dans l'aile antérieure, vient renforcer le bord antérieur, en s'accolant à la nervure subantérieure.

La *nervure submédiane* se ramifie de la même façon que dans l'aile antérieure.

La *nervure postérieure* est simple, sans ramifications; elle ne forme pas de cellule à sa terminaison basilaire. Mais, à ce niveau, la marge postérieure de l'aile est épaissie en avant, et contribue à former la tubérosité, le renflement intermédiaire au terminal et au rétro-médian.

En résumé, les nervures de l'aile postérieure sont ici beaucoup mieux comparables à celles de l'aile antérieure que chez les Hémiptères. Les modifications les plus importantes consistent dans l'adaptation de la nervure antérieure à un nouveau rôle dans la direction générale des nervures, et dans leur mode de terminaison basilaire.

La *tubérosité antérieure* est très peu développée, tandis que la tubérosité postérieure est au complet (sigmoïde, submédian et pleuro-terminal). Le sigmoïde est divisible en deux portions comme dans l'aile antérieure, le sigmoïde antérieur est en relation avec la tubérosité antérieure et avec le submédian.

On pourrait désigner la tubérosité postérieure tout entière sous le nom de submédian ; car c'est une pièce unique servant d'intermédiaire entre le sigmoïde, le terminal, la tubérosité antérieure et l'alifère.

La *nervure subantérieure* fait avec la postérieure un angle de 90 degrés. Les trois nervures subantérieure, médiane et submédiane forment à leur base un coin presque rigide de 60 degrés environ d'ouverture. On peut considérer deux pointes à ce coin : une pointe supérieure articulée en flexion avec l'angle antéro-supérieur du submédian; une pointe inférieure

articulée mollement avec l'appareil de pronation. Ce coin est articulé avec l'angle postéro-inférieur du submédian par l'intermédiaire du rétro-médian et du terminal.

Ce type de coin est caractéristique des Lépidoptères. L'angle du coin est plus aigu dans l'aile antérieure.

Les épidèmes du versant postérieur sont semblables dans les deux ailes. Elles ne diffèrent donc essentiellement que par la base du versant antérieur.

Mésopleurosternum. — Je désigne sous ce nom l'ensemble des segments qui ferment la cage thoracique par côté et en bas. Il y a plutôt une région intérieure ou ventrale (sternale) et une région verticale (pleurale) que des pièces distinctes, exclusivement sternales ou pleurales. En un mot, il n'y a pas de sillon horizontal antéro-postérieur qui délimite une zone nettement ventrale d'une zone nettement pariétale. Cette délimitation devait être possible au début (elle l'est encore chez les Orthoptères), mais elle est à peu près impossible chez les Hémiptères et les Lépidoptères. Nous avons néanmoins des lignes de repère pour faciliter la description : le sillon de l'*entopleuron* et un sillon oblique antéro-postérieur. On a ainsi quatre segments sur la face externe de la conque thoracique.

L'*antépleuron* est une lame mobile en bas, sur l'antésternum suivant une ligne courbe sinueuse, qui constitue la moitié antérieure du sillon antéro-postérieur. La partie supérieure de l'antépleuron est complexe. Elle comprend en arrière un osselet triangulaire, l'osselet *subantérieur* ou de *pronation*, articulé : 1° par le sommet antérieur avec le reste du bord supérieur de l'antépleure ; 2° par le sommet postérieur dans une concavité de la face antérieure de l'alifère ; 3° par le sommet supérieur et son bord supérieur avec le bord interne de la tubérosité antérieure, et plus spécialement de son apophyse inférieure. Le côté postérieur est mollement lié à l'alifère de manière que le triangle puisse tourner en dedans, dans le coup d'aile d'arrière en avant. Le reste du bord supérieur de l'an-

tépleuron s'articule mollement à la branche entopleuro-dorsale par l'intermédiaire d'une vaste membrane molle.

Ce dédoublement de l'antépleure en deux pièces flexibles l'une sur l'autre n'est pas nouveau pour nous ; nous l'avons déjà observé en particulier chez les Orthoptères et les Hémiptères, avec deux types différents. La forme de l'*appareil de pronation* constitue un troisième type : celui des Lépidoptères. La pièce postérieure est analogue au *subantérieur* ou osselet de pronation déjà observé dans tous les ordres précédents ; elle est plus constante que l'antérieure, dont les formes sont très variables (écailles secondaires des Térébrants, néant chez les Porte-aiguillons, etc.). Le sommet supérieur du *subantérieur* est très pointu chez les Lépidoptères. C'est le *pivot mobile antérieur*.

La *commissure entopleuro-dorsale* (branches claviculaires Chab.) est une branche de chitine épaisse et forte qui relie la face interne de la crête entopleurale au bord antérieur du mésonotum. Cette branche monte d'arrière en avant, s'élargit et se coude à angle droit sur le dorsum. Jusqu'à présent, nous n'avons pas vu une telle disposition. (Comparer avec front antépleural des Libellulides, collier des Hyménoptères, processus antépleuro-dorsaux des Névroptères, Hémiptères.)

Le *postpleuron* forme une bande étroite séparée du poststernum par le sillon antéro-postérieur. Son bord supérieur est fortement échancré, plus que partout ailleurs, et forme le rivage pleural du golfe postérieur. Son bord postérieur est replié en dedans de manière à s'adosser au bord antérieur du métapleuron, replié dans le même sens ; l'adossement se fait par une membrane molle. Chemin faisant, ce bord postérieur est soudé à l'apophyse entosternale ; enfin, réuni au bord supérieur, il constitue une tête articulaire, presque une symphyse, sur laquelle pivote l'extrémité externe du postdorsum. De cette façon, le cercle postérieur jouit de légères oscillations d'avant en arrière. Le même mouvement était possible, mais par simple flexion chez les Névroptères. Ici nous avons une symphyse et *la moitié inférieure du cercle postérieur est ren-*

forcée par une dépendance de l'entosternum, ce qui est nouveau.

L'*antésternum* est une pièce pentagonale avec deux côtés postérieurs, un interne, un externe et un antérieur. Une crête part du sommet postéro–interne, et se rend au milieu du côté externe qui le sépare de l'antépleuron. Elle forme avec ce côté une sorte de T destiné à supporter l'appareil de pronation. Son côté interne, en s'adossant avec son symétrique, forme la crête médio-longitudinale de l'*entosternum*. Son côté antérieur est aminci, replié en dedans ; une membrane molle l'unit au prothorax.

Le *poststernum* est une pièce très bombée, cunéiforme. La base de ce coin fait corps avec le postpleuron. Son bord antérieur forme la marge postérieure de l'ouverture pédieuse. Son bord postérieur est replié en dedans, lié mollement au métapleuron.

L'ensemble des régions ventrales et pleurales vu de dehors a un aspect cunéiforme, analogue à celui des Névroptères planipennes. Dans les deux groupes, le mésopleurosternum est mollement uni au métapleurosternum.

La face interne de cet ensemble est charpentée latéralement par des crêtes verticales et horizontales, ventralement par la crête de l'entosternum. Nous avons déjà parlé de la crête médio-longitudinale, dont les deux longues apophyses vont renforcer le cercle postérieur et plus spécialement la partie postpleurale de ce cercle.

Les crêtes verticales sont au nombre de trois, dont deux déjà mentionnées : l'une en avant, la crête antérieure ou branche à T ; l'autre en arrière, la crête postpleurale du cercle postérieur. La troisième est médiane : c'est l'*entopleuron*. Celle-ci décrit un zigzag à trois branches (inférieure, moyenne, supérieure). L'inférieure et la moyenne montent verticalement avec un angle ouvert en avant. Le sommet de l'angle est renflé, et correspond à l'apophyse pédio-pleurale des Hémiptères, Névroptères, etc. L'apophyse pédio-pleurale des Lépidoptères est fort réduite, ce qui tient probablement au moindre développement des muscles pédieux. La branche

supérieure s'incline en arrière et en dedans avec un angle de 100-120 degrés sur la branche moyenne. Cet angle doit être immobile, car l'espace en est comblé par une lame triangulaire allant de l'apophyse pédio-pleurale à l'alifère.

Cette lame était beaucoup plus large chez les Hémiptères ; une grande cavité était située entre cette lame et la zone antéro-supérieure du postpleuron. La cavité est plus petite chez les Lépidoptères.

Pendant que la branche supérieure se fait remarquer en arrière par cette cavité, la face antérieure donne naissance à la forte commissure entopleuro-dorsale.

Le système des commissures entopleuro-dorsale et entosterno-pleurale forme un facteur spécial à la machine Lépidoptère.

L'extrémité supérieure de l'entopleuron constitue l'appui fixe de l'aile, l'*alifère*. C'est une apophyse élancée, qui s'insinue entre l'apophyse inférieure de la tubérosité antérieure et le processus submédian. Elle est liée mollement à la cavité postérieure de la tubérosité. Elle se dirige dans le même sens général que le double sigmoïde, sans être néanmoins dans le même plan.

Remarquons ce type d'articulation pleuro-alaire, sous forme d'apophyses mobiles (submédian, subantérieur), se mouvant dans des cavités mobiles (intervalle des deux pivots pleuraux, intervalle de la tubérosité antérieure et du submédian). Nous sommes bien loin du type Bourdon, bien plus loin encore des diarthroses des Vertébrés.

Schématiquement, je représenterais la charpente du mésopleurosternum par une poutre horizontale (entosternum) donnant attache à trois paires de cerceaux verticaux. Ceux-ci sont réunis par un quatrième cerceau, coupant le médian en passant par la tête des extrêmes.

Ce quatrième cerceau correspond à la crête du sillon antéro-postérieur.

Métapleurosternum. — C'est une pièce deux fois moins large que le mésopleurosternum.

L'*antépleure* est relativement au postpleure plus étroit qu'au mésopleuron. L'appareil de pronation se compose : 1° d'un osselet triangulaire analogue au subantérieur de l'aile antérieure ; 2° d'une lame hémisphérique semblable à celle des Panorpes, mobile sur l'excavation du bord supérieur de l'antépleuron.

Le bord antérieur de l'antépleure se réduit à une bande étroite et mince située en avant de la crête entopleurale. Cette bande s'élargit seulement sur la ligne médio-ventrale de chaque côté de l'antésternum.

Le *postpleuron* diffère de son homologue par son mode d'attache avec le sternum. Son bord postérieur est lui aussi relié à l'entosternum, mais par une commissure beaucoup plus large. Supposons qu'au mésothorax, tout l'espace compris entre la commissure, sa base entosternale et le bord postérieur du postpleuron soit comblé par une chitine molle, et nous aurons la forme de commissure du métathorax. Il en résulte la formation d'une grande poche cunéiforme, située en arrière et en haut du cercle pédieux métathoracique.

Le postpleuron est soudé avec le métanotum, tandis que son homologue est articulé. Nous en verrons plus tard les conséquences mécaniques.

Le *métasternum* renferme un entosternum à quatre apophyses. Les deux postérieures sont réunies au postpleuron (voir plus haut), les deux antérieures sont beaucoup plus courtes, mais néanmoins plus développées que leurs homologues du mésosternum.

Mésonotum. — Le *dorsum* est une pièce très allongée, bombée, à contour hexagonal. Le bord antérieur est plus court que le postérieur. Ils sont l'un et l'autre échancrés, l'antérieur pour se souder à l'antédorsum, le postérieur au postdorsum. Les bords latéraux forment à leur sommet commun, au coude dorsal, une large fente (fente dorsale), comblée par une chitine molle, et courbée en arrière. Le sigmoïde est à cheval sur l'embouchure de la fente, et roule par cha-

cune de ses moitiés sur la partie des bords latéraux qui précède la fente. La moitié postérieure du sigmoïde pénètre dans la cavité thoracique de manière à former un petit bras de levier. Un muscle s'y insère et peut faire basculer le sigmoïde postérieur sur le dorsum. Nous avons omis cette particularité en décrivant le sigmoïde; nous y reviendrons avec les muscles.

Les bords latéraux sont en outre renforcés par une crête allant de l'angle antérieur de notre hexagone à l'extrémité postière de la fente du coude. C'est la crête latérale antérieure du dorsum.

L'*antédorsum* est une petite pièce logée dans l'échancrure du dorsum. Elle est allongée dans le sens transversal, grâce à deux longs prolongements (fourchette Chab.), dont les extrémités sont liées à celles des commissures entopleuro-dorsales. Comme ces dernières sont liées en même temps au dorsum et à l'appareil de pronation, les mouvements de l'antédorsum retentiront ainsi sur ces dernières pièces. La moitié supérieure de l'antédorsum est extrathoracique, la moitié inférieure est intrathoracique.

Le *postdorsum* forme un triangle isocèle dont le sommet et les côtés adjacents sont soudés au dorsum. Cette soudure est marquée en dehors par un sillon, en dedans par une crête, l'*entodorsum*. La base ou côté postérieur de notre triangle se replie verticalement en dedans, et forme un ourlet à son insertion avec le subpostdorsum. Les prolongements latéraux sont tordus en avant. Il y a lieu de considérer deux lames dans chacun de ces prolongements : une lame postérieure verticale, suite de l'ourlet, et une lame antérieure, horizontale, plus large, triangulaire.

La lame postérieure forme avec le postpleuron une ligne d'articulation concave en avant. Elle porte en outre inférieurement une apophyse angulaire, plate : la palette latérale.

La lame antérieure est soudée à la précédente par son bord postérieur, à l'extrémité du postdorsum par son bord interne, au terminal par son sommet externe, qui est libre en dehors de son attache au terminal et peut basculer sur l'articulation

postpleuro-dorsale. Cette lame antérieure est l'analogue du *dorso-terminal* des Hémiptères. Elle en diffère par ce même caractère de rigidité, qui se remarque dans ses autres pièces du versant basilaire postérieur.

Le *subpostdorsum* est une grande lame triangulaire, articulée par son bord supérieur avec le rebord inférieur de l'ourlet postdorsal. Sa surface n'est pas uniformément concave en avant. Ainsi sa partie inférieure, allongée, qui pend librement dans la cavité thoracique, est tordue en dedans, tandis que son extrémité externe est tordue en dehors. Ce sommet externe a l'air de se continuer directement avec le bord latéral postérieur du scutum. Ce dernier bord épaissi semble se différencier du reste du dorsum. N'y aurait-il pas là une étape vers cette différenciation complète du subpodorsum, telle que nous l'avons observée chez les Porte-aiguillons.

Nous avons vu en effet que cette dernière pièce était triangulaire, en forme de spatule dont le manche longe les bords latéraux postérieurs du dorsum, et va s'unir au sigmoïde, ou du moins à ses aboutissants (appendices, équerre, vectiforme).

Le bord interne du subpostdorsum est soudé avec son symétrique, dans sa moitié supérieure seulement. Les deux moitiés inférieures s'écartent l'une de l'autre pour former une grande échancrure.

La face postérieure présente une bande épaissie, plus colorée, correspondant à la crosse des Hémiptères.

Métanotum. — Il est beaucoup plus petit que le mésonotum et étranglé en son milieu (*Cicada, Sirex*). L'antédorsum et le dorsum sont à peu près nuls sur la ligne médiane.

L'antédorsum est une lame mince, triangulaire, verticale, s'articulant par son bord supérieur avec les deux tiers internes du dorsum; il est soudé par son bord interne avec la crosse du subpodorsum mésothoracique.

Le bord antérieur du dorsum se réduit dans son tiers interne à un mince ourlet, réuni mollement à l'antédorsum. L'union

du méso- et du métanotum n'est solide que latéralement par l'intermédiaire de l'antédorsum et de la crosse; le bord interne du dorsum forme aussi un coude dorsal avec une légère fente; mais, comme il fallait s'y attendre, la partie antérieure est très réduite; corrélativement le sigmoïde antérieur est très peu développé.

Le postdorsum est séparé du dorsum par un profond sillon qui se traduit intérieurement par une crête plus forte qu'au mésonotum. Son bord postérieur est aussi plus épais; la commissure postpleuro-dorsale est plus large, plus épaisse que son homologue : elle en diffère surtout en ce qu'elle est non articulée, mais ankylosée avec le postpleuron. La lame dorso-terminale s'enfonce comme un coin entre le dorsum et l'extrémité externe du postdorsum; une petite crête la sépare du dorsum. Son extrémité externe est flexible comme au mésothorax.

Le subpostdorsum est bien moins développé qu'au mésothorax. Son bord inférieur ne dépasse pas celui de la commissure ou apophyse postpleuro-dorsale. Son bord externe est soudé avec cette apophyse; la ligne de soudure forme une forte crête sur la face antérieure.

MUSCLES DU VOL.

Muscles de l'aile antérieure. — *Dorsal.* — Il s'insère en arrière sur la face antérieure du subpodorsum, et sur un prolongement supérieur de celui-ci, qui flotte librement dans la cavité du postdorsum, en avant sur l'antédorsum et le dorsum jus-2-3 millimètres en avant de la crête entodorsale.

Latéro-dorsal. — Il s'insère en haut en dedans de l'extrémité postérieure des sternali-dorsaux postérieurs, en bas sur l'apophyse de la commissure postpleuro-dorsale. Par la nature de ses insertions, il mériterait plus exactement le nom de postpleuro-dorsal, faisant ainsi le pendant d'un autre muscle situé en avant, qui serait l'entopleuro-dorsal.

Ce muscle tire en bas et en arrière le bord latéral postérieur

du dorsum ; il peut être adjuvant, soit du dorsal, soit des sternali-dorsaux.

Antépleuro-dorsal. — Ce muscle singulier est masqué par la partie antérieure de l'écaille, dont la membrane inférieure recouvre et protège l'espace compris entre le bord latéral antérieur du dorsum et la face interne de la commissure ento-pleuro-dorsale. C'est dans cet espace qu'est situé le muscle antépleuro-dorsal, reliant ainsi la commissure et le dorsum.

Ce muscle est antagoniste du précédent ; c'est une sorte de frein modérateur pour résister aux violentes tractions du dorsal.

Les Pseudo-Névroptères nous ont montré un muscle analogue, différent par les directions seulement.

Sternali-dorsaux. — 1. Il y a plusieurs faisceaux de sternali-dorsaux antérieurs ; ils s'insèrent en haut sur un espace ovoïde allongé d'avant en arrière et en dehors, à grosse extrémité en avant, sur la moitié antérieure du bord latéral du dorsum, en bas sur l'antésternum.

Ces faisceaux correspondent aux sternali-dorsaux antérieurs des Hémiptères ; leur insertion supérieure est intercalée entre celle du postpleuro-dorsal et du suivant.

2. *Sternali-dorsaux internes* s'insérant en haut, en dehors de la crête latérale antérieure du dorsum, dans cette dépression triangulaire qui est située en avant de la fente dorsale, en bas dans le poststernum.

Muscles axillaires. — Il y a deux muscles préaxillaires, deux muscles du tampon, un postaxillaire, un postpleuro-axillaire et un antédorso-axillaire.

1-2. Les *préaxillaires* s'insèrent en haut dans la concavité du rebord supérieur de l'antépleuron ; leurs insertions inférieures sont, l'une en avant et au-dessus de l'autre, sur la crête antéro-postérieure de l'antépleuron. Le muscle postérieur est le plus volumineux.

Ils tendent le double ressort formé par l'appareil de pronation.

3-4. L'un des muscles du tampon va du tampon à l'antépleuron dans un espace situé au-dessus de la crête antéropostérieure et en avant de l'entopleuron.

L'autre, plus court, est situé plus en dehors; il s'insère aussi sur l'antépleuron, mais plus haut.

5. Le postaxillaire est un muscle très volumineux allant de la cupule subterminale ou postpleuron, au-dessus du sternalidorsal interne.

6. Le postpleuro-axillaire, ainsi que le suivant, sont des muscles spéciaux, tels que nous n'en avons pas encore observés.

Ce petit muscle s'insère en avant sur la face postéro-supérieure de la cupule subterminale, en arrière sur la partie supérieure de la crête verticale postpleurale.

Ce petit muscle joue un rôle de ligament élastique vis-à-vis du postaxillaire.

7. *Antédorso-axillaire.* — Ce petit muscle, de petit volume, va de l'extrémité externe de l'antédorsum à la face supéro-antérieure convexe du rebord intrathoracique de l'antépleuron, c'est-à-dire de l'appareil de pronation.

Les deux extrémités sont essentiellement mobiles; c'est un agent de liaison entre le dorsal et les préaxillaires. Son action est différente, suivant que l'on suppose fixée son extrémité antérieure ou son extrémité postérieure.

Il joue en somme, vis-à-vis des préaxillaires, le même rôle que le précédent vis-à-vis du postaxillaire. Ce sont des accessoires modérateurs ligamenteux.

Muscles de l'aile postérieure. — *Dorsal* = 0.

Latéro-dorsal. — Ce muscle va de l'apophyse pospleurale au rebord antérieur du mésonotum. Il est dirigé d'arrière en avant, en haut et en dehors.

Abaisse et rétracte le bord antérieur du mésonotum. Adjuvant du grand dorsal ou des sternali-dorsaux.

Sternali-dorsaux. — Ils se composent de plusieurs faisceaux allongés verticaux, allant de l'antésternum à la face inférieure du métanotum.

Abaissent cette ligne inférieure.

Il faut ajouter à ces faisceaux un petit muscle qui part du bord latéral du métanotum, au niveau de l'articulation sigmoïdale et s'insère sur la partie supérieure de la crête entopleurale. Il se rapprocherait par la position de ses insertions du pleuro-dorsal des Pseudo-Névroptères.

Axillaires. — Nous avons les mêmes muscles qu'au mésothorax.

1-2. L'un des *préaxillaires* est en avant et en dedans de l'autre.

L'*antérieur* s'insère en bas sur l'antésternum, en haut sur la membrane qui sépare le métapleure du mésopleure.

Le *postérieur* s'insère en bas sur la partie inférieure de l'antésternum, en haut sur le bord antéro-supérieur de la calotte hémisphérique de pronation.

3. *Antédorso-axillaire.* — Très petit muscle allant de cette calotte au bord antérieur du mésonotum.

4-5. Les muscles du *tampon* vont, l'un à la partie supérieure de la crête antépleurale verticale, l'autre en avant de l'entopleuron.

6. Le *postaxillaire* va de la cupule subterminale au poststernum, en arrière de l'extrémité externe de la hanche.

VII. — COLÉOPTÈRES.

Les Coléoptères diffèrent considérablement des Insectes précédemment étudiés. Les caractères tirés des ailes et des thorax suffiraient à en faire un ordre à part. Tous offrent la grande prédominance du métathorax, et la transformation des ailes antérieures en élytres.

L'ouvrage si remarquable de Strauss (1) sur le Hanneton

(1) Strauss-Dürckheim, *Anatomie descriptive du Hanneton*. Paris, 1828.

avait été précédé de l'ouvrage non moins remarquable de Chabrier (1), et si les planches du premier sont des modèles pour la forme, celles du second sont dignes d'être comparées pour le fond. Ces travaux, néanmoins, présentent des lacunes au point de vue mécanique et géométrique, quelquefois même descriptif. Nous les signalerons chemin faisant. Le travail de Strauss renferme une nomenclature tout à fait spéciale aux Coléoptères ; Chabrier a généralisé davantage, mais avec timidité et réserve. Nous tâcherons de faire rentrer les Coléoptères dans la même nomenclature que les ordres précédents, nous y arriverons aisément par l'intermédiaire des Orthoptères.

AILE ANTÉRIEURE OU ÉLYTRE.

Les élytres sont composées d'une chitine durcie et rigide qui empêche toute inflexion ou déplissement de la surface. Elles sont fortement concaves inférieurement, en forme de triangle rectangle sphéroïdal. L'un des côtés de l'angle droit est antéro-postérieur, assemblé avec son symétrique par le système de languette et rainure. L'autre côté est antérieur, transversal, replié verticalement et portant au tiers interne de ce repli, l'articulation de la base de l'aile. Le sommet de l'angle droit est tronqué, c'est-à-dire qu'à ce niveau les élytres ne se touchent pas, et sont séparées l'une de l'autre par une saillie médiane du mésonotum.

L'hypothénuse est épaissie, surtout à l'angle antérieur qui forme une espèce de fosse triédrique, destinée à recouvrir et protéger la base de l'aile postérieure. Cette hypothénuse tourne sa concavité en dedans et en bas ; elle a le même sens de courbure que le bord antérieur de toute espèce d'aile antérieure. Les deux côtés de l'angle droit tournent leur concavité en bas dans un plan vertical.

La courbure du côté antérieur est plus ou moins prononcée, suivant les espèces : très forte chez les Bousiers, beaucoup

(1) Chabrier, *Essai sur le vol des Insectes* (*Mémoires du Muséum*, t. VI).

moins chez les Dytiques. Cette courbure est l'analogue de notre facteur constant, le dièdre basilaire. Quant à la courbure du côté médian, elle pourra se tourner en avant dans les mouvements de l'élytre; seulement elle est quasi rigide.

L'ordre le plus voisin pour la forme de l'aile antérieure est celui des Orthoptères. L'élytre des Orthoptères se fait aussi remarquer par la dureté de sa membrane, par l'étendue du rebord proantérieur, et par le rapprochement des bords postérieurs sur la ligne médiane. Mais les nervures fondamentales y sont très nettement visibles, tandis qu'elles sont méconnaissables chez les Coléoptères.

L'articulation de l'élytre est placée au tiers interne du bord transversal. On la distingue immédiatement sous forme d'une saillie enfoncée comme un coin entre le mésonotum et le mésopleuron. Nul autre ordre n'a le moignon basilaire de l'aile antérieure si rapproché de l'axe du corps; aucun, en outre, ne l'a aussi tordu autour de son axe vertical.

Nous voyons en effet la base du versant basilaire postérieur occuper au repos la même ligne horizontale que la base du versant antérieur. Les pièces basilaires de l'élytre sont serrées les unes contre les autres, difficiles à séparer. Nous y retrouverons les mêmes éléments que partout ailleurs, mais avec de profondes modifications.

Prenons d'abord un *Melolontha* ou une *Cetonia*. Le moignon de l'élytre (ensemble des deux tubérosités antérieure et postérieure) forme une saillie épaisse qui, au repos, est dirigée parallèlement à l'axe du corps, et dont la tête forme une cavité couronnée de trois apophyses. Deux sont supérieures, l'une interne du côté mésonotal, l'autre antérieure du côté antépleural, l'autre inférieure du côté postérieur. Notons une quatrième apophyse, l'apophyse postérieure située à la base du moignon du côté postérieur, et qui contribue à former la paroi supérieure d'une dépression ou fosse creusée dans le bord transversal.

On conçoit déjà que toutes ces apophyses soient séparées par des échancrures. L'apophyse inférieure et l'échancrure qui

la sépare de l'apophyse antérieure roulent par emboîtement réciproque sur l'alifère. L'apophyse antérieure s'articule avec l'osselet de pronation.

L'échancrure postéro-interne reçoit le prolongement d'un osselet, basculant d'autre part sur le mésonotum. C'est évidemment le sigmoïde (épaulière antérieure Str.).

La fosse postérieure située au-dessous de l'apophyse postérieure s'articule mollement avec un autre osselet, basculant sur le postpleuron. Cet osselet est l'épaulière postérieure Str. Enfin un osselet intermédiaire (épaulière moyenne Str.) comble l'espace qui sépare les deux osselets précédents et l'apophyse postérieure. Il est mollement soudé à ces parties, peut se fléchir sur elles.

N'est-ce pas là à grands traits le schéma d'une base d'aile : une apophyse inférieure correspondant à celle de la tubérosité antérieure des Lépidoptères par exemple, ou à l'extrémité de la nervure subantérieure des Orthoptères? — Une apophyse antérieure au rebord antérieur de la tubérosité antérieure, ou à l'extrémité de la nervure proantérieure, — l'apophyse interne et la postérieure à la tubérosité postérieure, plus spécialement aux extrémités des nervures médiane et submédiane ; — l'épaulière antérieure ou l'osselet mésonotal au sigmoïde; — l'épaulière postérieure à l'ensemble du terminal et du pleuro-terminal; — enfin, l'osselet épaulière moyenne ou intermédiaire, à l'ensemble des pièces qui assurent soit le repliement de l'aile, soit l'abaissement et la pronation du versant postérieur de l'aile.

Le sigmoïde se termine inférieurement par un prolongement qui se rend à la face postérieure de l'alifère, jouant ainsi le rôle du submédian.

L'*Hydrophyle* est plus instructif encore. Car l'osselet postérieur est formé de deux pièces distinctes, l'une correspondant au pleuro-terminal des Hémiptères, l'autre au terminal; une cupule subterminale se trouve fixée au niveau de leur articulation. Une lame membraneuse semblable au voile des autres ordres, s'insère sur le bord postérieur du terminal.

AILE POSTÉRIEURE.

L'aile proprement dite des Coléoptères présente une structure assez uniforme. Les différences (1) de l'aile dans les diverses espèces portent surtout sur les parties centrifuges de l'aile. Il y a cependant certaines variations dans les parties basilaires; ces variations sont du plus grand intérêt pour la parenté des Coléoptères.

On peut distinguer à la base de l'aile un moignon solide, formant, comme dans l'élytre, la partie centrale de l'articulation. Ce moignon présente trois apophyses, l'une supérieure, interne, du côté métanotal; les deux autres inférieures, l'une antérieure, l'autre inférieure proprement dite. Ces apophyses sont naturellement séparées par des échancrures, mais elles ne sont pas liées d'une façon rigide comme dans l'élytre.

L'*apophyse antérieure* est articulée avec le moignon suivant une faille concave antérieurement et située sur la face supérieure, de façon que le bord antérieur de l'aile puisse se tordre autour d'un axe longitudinal. Cette apophyse est complètement comparable à celle de l'aile postérieure des Orthoptères, mais avec une articulation plus serrée. Cela tient probablement à ce qu'elle a un rôle plus actif que chez les Orthoptères; son rôle est de résister à la pression de l'air dans la pronation.

Ce rôle est surtout dévolu à l'aile antérieure dans les autres groupes; mais l'élytre est une aile antérieure quasi pétrifiée, qui doit en partie être suppléée par l'aile postérieure.

L'*apophyse inférieure* est massive; elle roule dans l'espace qui sépare le pivot mobile (tête de la tige de pronation) du pivot fixe ou alifère. C'est l'analogue de la nervure subantérieure des Orthoptères.

L'*apophyse interne* est séparée de l'antérieure par une cou-

(1) Roger (*Das Flügelgeäder der Käfer. zugleich ein fragmentärer Versuch zur auffassung der Cäfer in Linne der descendenz theorie.* Erlangen, 1875) a étudié ces différences dans tout l'ordre des Coléoptères. Seulement c'est à un autre point de vue que celui de notre travail.

pure très étroite, mais longue, se continuant avec le sillon du rebord antérieur de l'aile. L'échancrure qui la sépare de l'apophyse inférieure est beaucoup plus petite que l'échancrure antéro-inférieure. Elle s'articule avec la tête du sigmoïde. Tout le reste de l'apophyse interne (en avant de cette échancrure) est libre, et vient, au maximum d'extension, butter contre la face antérieure de la tête du sigmoïde.

La tubérosité antérieure des Coléoptères est formée par ces trois apophyses, qui, on le voit, sont entièrement comparables aux terminaisons des nervures antérieure, proantérieure et subantérieure des Orthoptères.

Le *sigmoïde* (axillaire antérieur Str.) des Coléoptères se rapproche de celui des Hyménoptères Térébrants ; seulement il est plus aplati, surtout chez les Dytiques. La face interne est amincie, à contours sinueux et roule en charnière sur le métanotum. La face antérieure forme un triangle vertical, à sommet interne, à base externe. Cette base est creusée d'une rigole pour recevoir et guider l'apophyse interne de la tubérosité antérieure.

La face externe est fortement excavée pour embrasser l'arête médiane du submédian. La face postérieure est libre ; une membrane molle la réunit au tampon.

Le *submédian* (deuxième axillaire St., omoplate Chab.) est un osselet allongé, une sorte de quadrilatère gauche, soudé suivant une de ses diagonales avec la face externe du sigmoïde, et plié autour de cette diagonale comme arête, de manière à faire un angle obtus, ouvert en avant. La soudure de cette diagonale avec le sigmoïde est plus ou moins forte suivant les espèces, très forte chez les Dytiscides, moins forte chez l'Hydrophyle, assez lâche chez le *Melolontha*. La moitié inférieure du submédian n'est visible que sur la face inférieure de la base de l'aile, où elle s'articule avec la face postérieure de l'alifère.

La moitié supérieure du submédian forme, par sa réunion avec le sigmoïde, l'analogue de la lame carrée des Orthoptères. La ligne de réunion a à peu près la même direction dans les

deux ordres, c'est-à-dire d'avant en arrière, en bas et en dehors. Elle est cependant, chez les Coléoptères, plus inclinée et plus divergente de l'axe du corps. Elle ne constitue pas, en outre, une ligne fixe de soudure, ce qui serait une condition désavantageuse pour la souplesse des mouvements.

Le bord externe de la moitié supérieure du submédian donne dans la fosse submédiane. Son sommet postérieur est articulé avec un processus élastique du rétro-médian.

Le *rétro-médian* est une lame triangulaire, articulée : 1° en bas et en arrière, par son sommet effilé, entre le submédian et le terminal ; 2° en haut, par le côté opposé, avec la nervure submédiane. Les deux autres côtés sont mollement réunis, l'antérieur avec le submédian, le postérieur au terminal.

Le *terminal* est une pièce allongée, à parois plus minces que celles du sigmoïde, concave inférieurement. Elle est verticale au repos, se couche vers l'horizontale dans le déplissement. Son extrémité supérieure se replie inférieurement pour s'articuler avec le sommet postérieur du rétro-médian et avec la base des nervures postérieures. Son extrémité inférieure s'articule avec le métanotum.

La face antérieure forme une apophyse concave en avant, articulée par son bord externe à l'angle du submédian et du rétro-médian. Son bord postérieur donne attache au voile et au support du voile.

Nous avons passé en revue les pièces qui unissent l'aile au thorax. Nous verrons plus tard leur mode d'union avec le thorax. Mais il faut auparavant décrire le reste de la surface alaire.

La surface de l'aile est formée par une membrane plus molle que dans les autres ordres ; elle est soutenue par les cinq nervures fondamentales, antérieure, subantérieure, médiane, submédiane et le système des nervures postérieures.

Un trait saillant de l'aile des Coléoptères, c'est le mode d'accolement à la base des quatre premières nervures : ces nervures sont volumineuses et juxtaposées sur un plus long trajet que dans l'aile des Lépidoptères. Aussi la figure formée

diffère du coin caractéristique des Lépidoptères ; encore plus de la soudure des Hyménoptères. C'est encore le type Orthoptère qui offrirait le plus d'analogie, mais avec un autre facies (disposition en marche d'escalier, ou gaufrage).

Faut-il voir dans ce long et large accolement une fonction de la lourdeur du corps et de la déchéance de l'aile antérieure?

Le bord antérieur de l'aile présente vers la base un rebord incliné vers le bas, nettement limité en arrière par un sillon qui aboutit à l'échancrure antéro-interne de la tubérosité antérieure. Ce rebord se continue avec l'apophyse antérieure et mérite le nom de nervure. C'est la nervure proantérieure des Orthoptères et Pseudo-Névroptères : une section, près de la base, fait voir son canal accolé à celui de la nervure antérieure. C'est là, à notre avis, une disposition ancestrale, l'aile étant à l'origine formée de six nervures fondamentales, proantérieure, antérieure, subantérieure, médiane, submédiane et postmédiane.

Nous retrouvons ainsi une nervure qui, dans les ordres précédents (Hémiptères, Lépidoptères, Pseudo-Névroptères, Hyménoptères), se réduit à un simple rebord basilaire de la nervure antérieure, sans continuité immédiate avec le pleuron. Dans ces mêmes ordres, sa terminaison basilaire s'est différenciée avec celle des nervures antérieure et subantérieure, pour former ce que quelques auteurs, et dans certains cas, nomment l'humérus, ce que nous avons toujours appelé tubérosité antérieure. Ce moignon distinct, constituant l'humérus, est une formation ultérieure de progrès. Au début, nous avions six nervures s'articulant directement, trois avec le dos, trois avec les flancs. C'est la fonction du vol qui, entraînant la concavité de l'aisselle et la torsion de la surface alaire, a déterminé le groupement et les différenciations terminales de ces nervures, telles que nous les avons exposées dans les types mieux organisés pour le vol.

Dans tous les cas, la suppression du mot *humérus* se justifierait chez les Coléoptères, par ce seul fait : l'humérus ou tubérosité antérieure est plutôt une région qu'un osselet dis-

tinct; on suit les terminaisons des nervures très facilement, grâce aux sillons qui les séparent, chacun donnant une des apophyses signalées plus haut. De là le nom par lequel je désigne ces apophyses.

La nervure antérieure se termine par l'apophyse antérieure. Cette apophyse est large, carrée chez le *Melolontha;* le sommet postéro-interne est appliqué au repos contre la face antérieure du sigmoïde, pendant que le sommet antéro-interne en est éloigné; mais dans l'extension celui-ci vient s'y appliquer. Ces deux sommets sont très saillants et arrondis chez les Dytiques.

La nervure subantérieure ne fait pas saillie sur la face supérieure de l'aile; elle se termine sur la face inférieure par l'apophyse inférieure ou subantérieure.

La nervure antérieure est immédiatement suivie sur la face supérieure de la nervure médiane. La disposition des trois nervures antéro-subantérieures et médiane ressemble à celle de trois tuyaux cylindriques qui seraient assemblés tangentiellement suivant leur longueur ou empilés; la nervure médiane a sa terminaison effilée, en forme de faucille tournée en arrière; le manche de la faucille est soudé à la nervure submédiane; la pointe s'articule en arrière avec le processus submédian, en avant avec le sommet supéro-externe de la tête du sigmoïde. Ce sommet s'articule dans l'échancrure qui sépare les terminaisons médiane et antérieure.

La nervure submédiane est intimement accolée à la précédente, au voisinage de la base. On constate seulement une lacune tapissée d'une membrane molle, en arrière de la courbure terminale de la nervure médiane. Enfin elle plonge dans la dépression submédiane, sous forme du processus rétro-médian déjà décrit. On peut distinguer deux branches internes dans ce processus: une antérieure s'unissant au submédian, une postérieure moins longue au terminal; ces branches sont très élastiques, reliées par une substance plus claire, plus molle. Avant de plonger, la nervure submédiane envoie une commissure à la première des nervures postérieures. Cette

commissure est une commissure de torsion, importante pour la mécanique du vol; nous y reviendrons.

On voit encore trois nervures à la suite de la nervure submédiane. Je nomme les deux premières nervures postérieures, la dernière support du voile.

Les deux nervures postérieures sont réunies à leurs bases d'abord entre elles, puis en avant avec la commissure de la submédiane, et en dedans avec l'extrémité recourbée du terminal.

Le support du voile est une nervure courte, en forme de cheville, comme chez les Hémiptères. La tête de cette cheville est en rapport en avant avec la face postérieure du terminal, et en dedans avec un petit support allongé. Celui-ci est lui-même séparé du thorax par un petit sésamoïde triangulaire.

Un mot sur la répartition de toutes ces nervures. Les nervures proantérieure et subantérieure ne sont distinctes qu'à la base; elles se fusionnent de plus en plus en allant vers la pointe de l'aile, et forment ce bord large, strié transversalement, qui précède la première articulation de l'extrémité de l'aile. La nervure médiane est accolée à ce bord, tout en restant distincte; la nervure submédiane diverge bientôt des précédentes et se courbe en arrière. Je ne m'étendrai pas sur le plissement de l'extrémité de l'aile, ni sur les formes spéciales des parties centrifuges des nervures; il y a, en effet, des différences notables d'un groupe à l'autre, mais moins intéressantes pour le mécanisme du vol que les pièces centripètes.

Des genres très instructifs pour les comparaisons sont des *Carabus*, *Cicindela*, *Dytiscus*. Examinons, par exemple, la base du plan postérieur des Dytiques.

Il y a deux parties à considérer dans le versant postérieur, deux parties qui se plient l'une sur l'autre : la partie antérieure est formée par les nervures médiane, submédiane et postérieure; la postérieure par le processus rétro-médian, le terminal et le support du voile. La ligne de plissement passe par les têtes supérieures du rétro-médian, du terminal et le long de la seconde nervure postérieure. Jusqu'ici nous parlons pour

le Hanneton comme pour le Dytique. Nous avons vu en outre chez le Hanneton que cette partie postérieure présentait derrière le terminal un petit sésamoïde noyé dans les parties molles.

Nous en serions assez embarrassés si le Dytique ne nous venait en aide. A la même place, on voit chez le Dytique un osselet allongé montant parallèlement au bord postérieur du terminal. Son extrémité inférieure est formée de deux cornes, l'une se dirigeant vers le terminal, l'autre s'insérant à l'union du métanotum et du pleuron, et se continuant par une fine nervure le long des parois abdominales; le corps de l'osselet est courbé en avant, son extrémité supérieure est repliée en bas et en avant, s'articule avec l'angle postérieur de la tête commune des nervures postérieures, et constitue le point culminant de la ligne de plissement.

Supprimons maintenant les parties molles qui réunissent les diverses pièces basilaires du versant postérieur (l'osselet précédent, terminal, rétro-médian, nervures submédiane, médiane et postérieure), mettons à la place une chitine plus rigide qui ankylose ces pièces tout en respectant la ligne de plissement, et nous retombons sur le type Locuste. L'osselet en question est l'analogue du bord postérieur de l'arcade postérieure des Orthoptères.

Il faut donc, dans l'arcade postérieure des Orthoptères, distinguer deux parties : une partie postérieure, l'arcade proprement dite, d'où rayonnent les nombreux supports du voile, et une partie antérieure munie du tampon. Cette dernière partie seule est l'homologue du terminal des autres Insectes. L'arcade est allée en déclinant à mesure que les supports du voile diminuent de nombre; le Dytique est une étape de transition dans cette voie.

Cette distinction de l'arcade en plusieurs parties est encore appuyée par l'anatomie de l'Acridium; ces parties sont déjà distinctes chez cet Orthoptère, qui se rapproche ainsi davantage des Dytiques.

Nous avons vu la structure anatomique de l'aile; voyons sa structure géométrique.

Arrachons l'aile, de manière à n'enlever que les nervures fondamentales, et ne laissant sur le thorax que les osselets basilaires, le voile et son support. La surface qui nous reste dans les doigts est relativement très épaisse suivant la ligne d'arrachement et suivant son bord antérieur ; les nervures diminuent graduellement de résistance de la base au sommet.

En tenant compte de cette graduation de résistance, on conçoit aisément l'importance de la partie située entre la ligne d'arrachement et le bord antérieur. A ce niveau, les nervures sont liées de façon à permettre un mouvement de *torsion longitudinale*, et voici comment.

L'ensemble des nervures antérieure, subantérieure, proantérieure, c'est-à-dire le versant basilaire antérieur, tourne autour de la nervure médiane. Celle-ci est effilée à sa terminaison basilaire, et forme même en arrière une lacune, pour faciliter la rotation de la nervure subantérieure. Regardons, en effet, la face inférieure, nous verrons que cet espace est nécessaire au jeu de deux apophyses secondaires de la racine subantérieure. Ces deux apophyses viennent butter contre la base du plan postérieur. Cette base est intimement soudée à la nervure médiane, au niveau de la commissure ; mais en dehors de la commissure, elle peut fléchir sur la nervure médiane d'un mouvement angulaire, mesuré par l'écartement et la divergence des nervures médiane et submédiane.

L'axe de cette flexion angulaire est longitudinal. On peut se faire une idée de ce mouvement, en se figurant les deux nervures médiane et submédiane mobiles sur un cône dont le sommet serait au point de réunion de la nervure médiane et de la commissure de torsion, et dont l'angle serait variable (1).

(1) Il diminue naturellement dans le coup ascendant, dans le coup convexe. Ceci nous rend compte des expériences de M. Plateau sur le vol des Coléoptères : « L'étendue de la surface de l'aile est plus grande dans le mouvement d'abaissement, que dans celui d'élévation. » (Félix Plateau, *Réflexions et expériences sur le vol des Coléoptères*, 1869.

Le bord antérieur de l'aile est fortement concave en avant, au niveau de son tiers interne; il est convexe au voisinage de l'articulation basilaire, et tout le long des deux tiers externes, à partir de la zone striée. Le tiers concave est assez mou, sans doute pour faciliter la torsion. Cette concavité est plus développée que chez les Orthoptères et les Pseudo-Névroptères. Elle est située chez ces derniers vers le milieu du bord antérieur. Elle est peu accusée chez les Hyménoptères, nulle chez les Hémiptères.

Ces différences de courbure du bord antérieur dans les divers ordres sont évidemment en rapport avec le mode de vol. Nous ignorons la loi de ce rapport, mais nous avons observé que le bord antérieur avait les deux courbures principales (concavité basilaire, convexité centrifuge) d'autant plus prononcées, que les autres pièces articulaires indiquaient un battement plus vertical.

La ligne d'arrachement forme aussi une ligne sinueuse.

PLEUROSTERNUM.

Les régions sternales offrent de nombreuses variations chez les Coléoptères ; car leur mode de locomotion est très variable, et en dehors de la locomotion terrestre ou aquatique leurs pattes ont encore des fonctions diverses. Les régions pleurales offrent une physionomie plus distincte, du moins au niveau de l'insertion des ailes.

Le *sternopleuron* se compose de deux pièces pouvant aisément se détacher l'une de l'autre : 1° le sternum et le mésopleuron ; 2° le métapleuron.

Le mésopleuron est isolable du mésosternum chez le *Melolontha*, *Capris*, *Ateucus*, *Dytiscus*, etc., mais beaucoup plus difficilement que le métapleuron du métasternum. Rappelons un fait analogue chez les Névroptères, Orthoptères : l'union rigide des pleures et du sternum a lieu en avant seulement entre l'antépleure et l'antésternum.

En général les hanches sont roulantes, faciles à détacher.

Enlevons-les ainsi que le méso- et le métapleure. Analysons chacune de ces parties.

Mésopleuron. — Le mésopleuron présente sur sa face externe un grand sillon vertical, allant de l'ouverture pédieuse au bord supérieur. Une crête lui correspond sur la face interne. Cette crête est l'entopleuron.

L'*antépleuron* est fortement concave intérieurement. Il forme, vu de dedans, une fosse à contour elliptique. Son bord antérieur a une direction verticale; il est recourbé en dedans et forme la crête antérieure ou *antépleurale*. Le bord supérieur de l'antépleure forme la surface articulaire, l'alifère.

Ce bord supérieur est très épaissi; il présente à partir de sa moitié antérieure une gondole dirigée d'arrière en avant et en dedans. Le bord externe de la gondole se termine par un condyle, le bord interne finit plus loin au pied d'une apophyse ou condyle qu'il cloisonne en deux fossettes, l'interne plus petite que l'externe. Un sillon sépare les deux condyles. La fossette externe longe la racine subantérieure; la fossette interne, une apophyse du submédian; enfin le sillon intercondylien reçoit la racine proantérieure.

La ligne qui joindrait les têtes de ces trois apophyses (proantérieure, subantérieure et submédiane) est oblique d'arrière en avant, en dehors et en haut. La direction est beaucoup plus transversale que dans n'importe quel ordre; elle offre en outre un type d'articulation tout différent, et dont nous ne trouvons les analogues que chez les Porte-aiguillons à squelette dur (Xycolope, *Bombus*, *Vespa*). Partout ailleurs, en effet, et même dans l'aile postérieure des Coléoptères, nous voyons les trois apophyses précitées (proantérieure, subantérieure et submédiane) liées par un tissu élastique aux extrémités supérieures (alifère) de l'entopleuron et de l'osselet de

(1) Chabrier désignait la portion du pleuron qui s'articule avec l'aile sous le nom d'*appui*, Strauss sous celui d'*apophyse alifère*. J'ai choisi la dénomination de Strauss comme plus cosmopolite; j'écris alifère, tout court. L'alifère n'a été bien comprise ni par Chabrier, ni par Strauss; le mécanisme de l'appareil de pronation leur a complètement échappé.

pronation. Il n'y a pas à proprement parler de cavité articulaire nettement délimitée, fixe. Les déplacements ont lieu par l'élasticité des tissus connectifs et des pièces articulaires. Mais cette élasticité de torsion fait défaut à la base de l'élytre, de sorte que nous avons de vraies têtes articulaires roulantes. De là ces fossettes et le sillon externe.

L'*appareil de pronation* est représenté par une partie allongée, qui descend le long de la crête antépleurale, en s'amincissant de plus en plus. Son extrémité supérieure est plus large; elle présente une partie postérieure roulant en charnière le long de la crête antérieure, et une partie antérieure unie par une membrane ligamenteuse à la racine proantérieure. Cet osselet peut donc, comme dans le mésopleuron des Orthoptères, se schématiser par un triangle à base supérieure; mais, au lieu de rouler sur la crête antérieure par le sommet inférieur seulement, il roule tout le long d'un de ses côtés, ce qui limite singulièrement ses mouvements.

Nous remarquerons encore vers le sommet de la crête antépleurale, au-dessous de la fossette interne, une apophyse presque perpendiculaire sur la crête, dirigée de haut en bas et en dedans. Elle est effilée, spatuliforme à son extrémité (*Melolontha*). Le pédicelle est fort, mais court chez les *Copris;* il porte une cupule ovale, tournée vers l'avant; cette cupule est lancéolée chez l'Hydrophile.

Le *postpleuron* est trapézoïde, à sommet postéro-supérieur, généralement saillant et épaissi. Ce sommet et le bord postérieur sont repliés en dedans, de façon à circonscrire une fosse sur la face interne. Le côté inférieur forme le côté externe de l'ouverture pédieuse; il est, ainsi que le côté postérieur, replié en dedans, d'où résulte la formation d'une crête postérieure avec une fosse correspondant à leur intersection.

Métapleuron. — Le métapleuron est une pièce trapézoïde, traversée diagonalement par la crête de l'entosternum, qui la partage en deux triangles inégaux : l'antérieur, le plus grand, est l'antépleure, le postérieur est le postpleure.

L'*antépleuron* a son bord antérieur recourbé en dedans et recouvert en écaille par la saillie postmésopleurale. Il forme une lame de chitine claire portant supérieurement une énorme cupule, dirigée en arrière, en dedans et en bas; le côté antérieur est vertical, perpendiculaire sur le côté inférieur.

Le côté inférieur porte une petite rainure chevauchant par une languette du côté externe du métasternum.

Le côté postérieur, s'adossant au postpleure, forme la crête de l'entopleuron. Cette crête a une direction très oblique d'arrière en avant, en dedans et en haut; elle se termine inférieurement par une saillie, séparée de la crête postpleurale par un petit vallon qui embrasse une apophyse de la hanche.

Le postpleuron forme en arrière une saillie plus petite, mais semblable à celle du postpleuron; elle recouvre la partie supérieure de la hanche métathoracique. La hanche, le métapleuron et le mésopleuron sont donc agencés un peu comme les tuiles d'un toit; la crête postérieure postpleurale s'unit supérieurement au postdorsum. Cette commissure est transversale, presque horizontale; le bord supérieur du postpleuron est la continuation du bord antérieur de cette commissure; il forme le rivage pleural du golfe postérieur.

Le golfe postérieur est remplacé par une membrane molle, soutenue par une tige plus dure qui part de la crête postérieure et vient mourir sur la face postérieure de l'alifère. Au-dessous de son origine se trouve la cupule subterminale.

L'*alifère* se compose d'une tubérosité arrondie en arrière et d'une pointe en avant et en dedans. C'est au-dessous de cette pointe, sur la face antérieure de l'alifère, qu'est soudé l'appareil de pronation. C'est une pièce claviforme roulant par sa queue et une apophyse de la tête sur la face antérieure de l'alifère; la tête se compose, comme celle de l'alifère, d'une grosse tubérosité et d'une apophyse pointue. La tubérosité est externe, postérieure et inférieure par rapport à la pointe; l'espace situé entre la tête de l'alifère ou pivot fixe et la tête de l'osselet de pronation, ou pivot mobile, est une gouttière à

parois antérieures mobiles. La queue de la tige de pronation est assez grêle à son extrémité, où elle fait corps avec le rebord antérieur du métapleuron.

En raison de cette diminution de volume et de la souplesse du rebord, la tige entière peut faire un petit mouvement oblique de dehors en dedans. Une grande cupule fait suite à la tige de pronation sur la face interne de l'entopleure et détermine ce mouvement.

Sternum. — Le sternum est en général formé d'une seule pièce, formant une surface hexagonale, ou un quadrilatère si on ne considère qu'une moitié, soit la droite, soit la gauche. Le côté interne médio-longitudinal porte l'entosternum ; le côté postérieur est dirigé d'arrière en avant, en dehors et en haut ; il est tout le long creusé d'une rigole pour le roulement de la hanche métathoracique ; le côté externe porte sur sa moitié postérieure une rainure destinée à recevoir le bord inférieur du métapleuron ; sa moitié antérieure est en partie échancrée et libre, en partie soudée avec le bord inférieur de l'antépleure. Enfin le côté antérieur est uni au prothorax.

Si on jette un coup d'œil sur la face inférieure de ce quadrilatère, on est frappé des grandes dimensions des ouvertures pédieuses : elles ont toutes les deux un contour elliptique à grand axe dirigé d'arrière en avant, en haut et en dehors ; mais, tandis que le grand axe de l'ouverture antérieure diverge peu de la ligne médiane, celui de la postérieure s'en éloigne d'un angle de 60 degrés environ. Il est, en outre, plus long que l'antérieur.

L'entosternum est formé par une crête médiane, longitudinale, terminée à l'un de ses bouts par l'apophyse du mésosternum, en arrière par l'apophyse métasternale. L'apophyse antérieure a une forme hémiconique, à concavité tournée en dehors ; elle surplombe l'ouverture pédieuse ; la pointe est réunie par une lame écailleuse à la crête postmésopleurale (comparer avec Lépidoptères). La base est réunie en arrière au grand parapet, dans lequel roule la hanche, en avant

à une crête transversale qui se rend à la crête médiane.

L'apophyse métasternale est une fourche à trois cornes, deux latérales, postérieures, montant obliquement en dehors, une médiane antérieure descendant en bas. La tige de la fourche est plus ou moins longue suivant les espèces; elle est inclinée à 45 degrés sur le sternum. Des lames écailleuses sont tendues entre ces diverses cornes, entre la corne médiane et la crête entosternale. Celle-ci sert d'appui à la tige de la fourche.

Nous avons décrit le sternum comme une pièce unique; cependant on voit parfois une ligne de soudure très nette qui part de l'angle postéro-inférieur du postpleuron, contourne le bord postérieur de la première ouverture pédieuse, et rejoint sa symétrique sur la ligne médiane. Cette ligne servirait donc à distinguer un mésosternum d'un métasternum.

Mésonotum. — Sa forme générale est celle d'un quadrilatère, à face supérieure bourrelée et à bords concaves : l'antérieur en bas et en avant, le postérieur en bas et en arrière, les latéraux en dehors et en bas.

La seule partie visible de dehors une fois les élytres repliées, consiste en une plaque épaisse, triangulaire, isocèle; la base est antérieure et transversale, située un peu en arrière du bord antérieur. Cette plaque sépare les deux élytres l'une de l'autre, s'enfonce dans leur rainure par ses côtés latéraux taillés en biseau. Toute la moitié postérieure de la plaque, c'est-à-dire le sommet de notre triangle isocèle, peut être considérée comme un prolongement du postdorsum destiné à recouvrir le dorsum métathoracique. Cette plaque correspond à l'éminence postdorsale, nasiforme des Orthoptères.

Le dorsum et le postdorsum sont soudés en une pièce unique. Nous retrouvons néanmoins les caractères qui les font remarquer dans toute la série des Insectes. Ainsi le bord postérieur du mésonotum se continue latéralement et en arrière par une longue apophyse qui va s'unir à l'antédorsum du métanotum. Cette apophyse est constante (subpostdorsum),

on la voit partout ailleurs se continuer en avant vers la fente du dorsum en restant plus (généralement) ou moins (Porte-aiguillons) soudée au bord latéral postérieur du dorsum. Ici les traces mêmes d'une différenciation ou d'une soudure ne sont pas visibles ; la fente dorsale n'existe pas : elle est remplacée par une cavité fixe creusée dans le bord latéral antérieur. Elle est destinée à recevoir la convexité du sigmoïde, pendant que son bord inférieur est articulé en charnière avec cet osselet.

Le bord antérieur se prolonge intérieurement par une palette généralement échancrée (antédorsum).

Le bord latéral antérieur se prolonge par une apophyse plus ou moins élargie, analogue à la palette latérale de l'antédorsum des Orthoptères.

Métanotum. — Prenons d'abord un Dytique ou un Cicindèle; ces genres nous serviront de transition entre les Orthoptères et les autres types de Coléoptères.

Le métanotum du Dytiscus est une pièce quadrilatère deux fois plus allongée dans le sens transversal que dans le sens longitudinal. Notons en passant qu'une telle disproportion est une condition désavantageuse pour le vol : *Les Insectes bien volants ont le diamètre longitudinal du notum plus long que le transversal.*

Le bord antérieur présente en son milieu une échancrure comblée par une palette de chitine claire (antédorsum) ; cette palette est formée d'une partie supérieure divisée en deux par une crête verticale, et de deux parties inférieures, à bord inférieur arrondi, séparées de la supérieure par une petite crête transversale. Cette palette est intrathoracique ; la réunion du méso- et du métanotum a lieu immédiatement au-dessus par une membrane résistante qui unit les bords de l'échancrure au postdorsum. Outre l'échancrure médiane, on en remarque une autre, à l'extrémité externe, portant une cupule caliciforme; celle-ci correspond à la palette latérale des Orthoptères.

L'angle antérieur est aigu; le bord latéral antérieur s'articule en charnière tout le long du sigmoïde. Immédiatement à la suite nous rencontrons une fente, dont la position n'est plus comparable à celle des fentes observées jusqu'ici (du moins au mésonotum des Térébrants, Hémiptères, etc., chez lesquels le sigmoïde était à cheval sur les deux bords de la fente). La fente dorsale des Dytiques communique avec le golfe postérieur, plus particulièrement avec l'espace qui est limité en dehors par le dorso-terminal et le tampon.

Avec cette fente nous commençons le bord latéral postérieur. Il délimite en dehors la dépression postdorsale du métanotum et s'articule mollement, par l'intermédiaire d'une lame flexible (dorso-terminal), avec le terminal et l'arcade postérieure.

Cette dépression triangulaire est limitée en avant par un sillon, qui, d'abord concave en avant et en dedans, monte ensuite jusqu'à la rencontre de son symétrique sur la ligne médiane, et forme avec lui une ligne concave en arrière. Ce sillon part de la fente dorsale. La limite postérieure de la dépression est formée par le bord postérieur du postdorsum, qui s'articule avec la crête postpleurale.

Le postdorsum est mollement réuni au tergum abdominal. Il est soudé inférieurement à une bande verticale intrathoracique (subpostdorsum), terminée inférieurement par une palette étroite à quatre limbes en feston.

La face supérieure du métanotum présente une dépression longitudinale triangulaire, destinée à loger la saillie du mésonotum. La face inférieure de cette dépression forme une saillie où aboutissent quatre crêtes, deux antérieures tournées vers l'arrière, se terminant à l'origine du sillon précité postdorsal, et deux postérieures (entodorsum) allant au point d'inflexion de ce sillon. Si on considère, en outre, l'incurvation vers le bas des bords antérieur et latéral-antérieur, nous pouvons diviser la face inférieure du métanotum en sept cavités ou fosses.

Au point de vue mécanique, le métanotum présente une

certaine flexion en avant du carrefour des quatre crêtes et au niveau de la fente. On peut donc schématiser le métanotum des Coléoptères par une figure assez semblable à celles des Orthoptères, un X croisé d'un double T. On peut se figurer les branches de cette figure comme des arcs concaves inférieurement, élastiques ; le crochet du T correspondrait à l'articulation du sigmoïde.

Une différence entre les deux ordres consiste dans le mode d'union du postpleuron et du postdorsum. C'est une soudure chez les Orthoptères et une symphyse chez les Coléoptères ; la différence n'est pas très grande au point de vue mécanique. Dans les deux cas, l'articulation ne permet pas de mouvement dans le sens antéro-postérieur.

On passe facilement du Dytique aux autres genres. Si nous prenons un type fort éloigné, les Longicornes, par exemple, nous observons des dimensions différentes. Les palettes antédorsales ont beaucoup plus de superficie, et leur distance dépasse celle qui sépare le sigmoïde droit du gauche, ce qui est une condition plus avantageuse pour le vol. La crête transversale antérieure du dorsum est fort réduite, et la ligne de flexion transversale du dorsum est portée plus en avant. Elle est représentée par une membrane molle qui sépare l'antédorsum du dorsum.

La palette externe du subpostdorsum est représentée par une longue apophyse.

MUSCLES DU VOL.

Muscles de l'élytre. — *Dorsal* (rétracteur de l'écusson Str.). — C'est un petit muscle longitudinal qui occupe sur la face inférieure du mésonotum une position analogue à celle des Orthoptères, allant de l'antédorsum du métanotum à celui du mésonotum.

Il est impuissant à courber le mésonotum ; mais il peut le tirer en arrière.

Sternali-dorsaux. — Il y a deux sternali-dorsaux :

1. Le sternali-dorsal antérieur (abaisseur de l'écusson Str.) s'insère en bas, à l'union du mésopleuron et du mésosternum, en haut, sur la face inférieure latérale du mésonotum.

2. Le sternali-dorsal postérieur, dont je ne vois pas la description chez Strauss, s'insère en bas sur l'angle externe de la hanche, en haut sur l'apophyse subpostdorsale.

Abaissent le mésonotum.

Axillaires. — 1. *Préaxillaire* (extenseur de l'élytre Str.). Ce muscle va de l'osselet de pronation à la partie postérieure de la hanche, du côté de l'extrémité externe.

2. *Muscle du tampon* (adducteur de l'élytre). Ce muscle présente deux chefs inférieurs sur l'antépleuron. Ils s'insèrent en haut sur l'osselet situé en avant du terminal, qui, par suite d'une telle insertion, ne peut être que le proterminal ou tampon.

Ce muscle, d'après Strauss, fait tourner l'élytre en dedans sur lui-même. Nous ne reviendrons pas sur l'action beaucoup plus complexe de ce muscle, mais qui, ici, n'a pas grande importance, étant donné le degré de rigidité de cette aile.

3. *Postaxillaire.* Va du postpleuron à la cupule subterminale.

Muscles de l'aile postérieure. — *Dorsal.* — Muscle longitudinal, allant de la palette médiane du subpostdorsum et de la partie médiane du dorsum à la palette médiane de l'antédorsum.

Latéro-dorsal. — Muscle allant de la palette latérale du subpostdorsum à la zone latérale postérieure du dorsum.

Sternali-dorsaux. — 1er sternali-dorsal. Muscle allant de l'antésternum, à côté de l'entosternum, à la face inférieure latérale de l'antédorsum.

2e sternali-dorsal. Muscle allant du sternum à la base de l'apophyse métasternale, à la moitié antérieure latérale du scutum.

Un des faisceaux de ce même muscle se différencie inférieurement par un long tendon qui vient s'insérer sur l'apophyse métasternale, sur la partie inférieure de la corne.

Axillaires. — 1. *Préaxillaire.* Grand muscle qui s'insère en bas, sur la partie antérieure latérale du métasternum ; en bas, sur la grande cupule de l'appareil de pronation.

2. *Dorso-préaxillaire.* Face supérieure de la grande cupule de pronation ; bord latéral du dorsum, au niveau de l'articulation du sigmoïde.

3. *Entopleuro-dorsal.* Petit muscle s'insérant en arrière et en bas sur l'apophyse postérieure de l'alifère, en avant et en dedans dans une dépression cupuloïde du bord latéral antérieur de l'antédorsum.

4. *Muscles du tampon.*

Tampon.

Partie supérieure de l'antépleure, en dehors et en dessus de la grande cupule antérieure. Son tendon contourne la tête alifère.

5. *Muscle postaxillaire.* Ce muscle va du bord antérieur de l'ouverture pédieuse à la cupule subterminale.

VIII. — DIPTÈRES [1].

Nous terminons la série des Insectes par un type diamétralement opposé au précédent. C'est le métathorax qui prédominait et absorbait les fonctions du vol chez les Coléoptères ;

(1) Chabrier a donné une description par trop sommaire de cet ordre, ainsi que des Hémiptères, Orthoptères et Lépidoptères.

Parmi les ouvrages plus récents, nous avons lu :

Th. Lowne, *The anatomy and physiology of the Blow-Fly* (*Musca potnitoria*, 1870).

Künckel d'Herculais, *Organisation et développement des Volucelles*. Paris, 1875.

Hammond, *On the thorax of the Blow-Fly* (*Linn. Journ. Zoology*, vol. XV).

L'ouvrage de M. Künckel renferme de nombreux documents historiques. La charpente du squelette et les muscles y sont décrits d'une façon beaucoup plus complète que chez Chabrier.

ici, c'est le mésothorax, et à tel point que les ailes postérieures ont disparu, pour faire place aux petites tiges nommées balanciers. La comparaison entre les deux ordres serait bien difficile, si nous n'avions des intermédiaires déjà connus (Hémiptères, Hyménoptères, Névroptères, Orthoptères).

AILES.

L'aile des Diptères se rapproche par la consistance de l'aile des Hyménoptères. Cependant sa membrane est plus souple et ses nervures plus fines.

Le bord antérieur est formé par un faisceau de trois nervures, antérieure, subantérieure et médiane. La nervure antérieure débute à la base par une partie massive, figurant, par son bord antérieur, une espèce d'éperon. Il faut se garder de confondre cet éperon avec celui de l'aile postérieure de certains Sphingides. L'éperon du Sphinx est un vestige de nervure antérieure, tandis que l'éperon des Diptères est l'analogue de la nervure proantérieure (Comparer avec la saillie antéro-externe du quadrilatère antérieur des Hémiptères). La base de cet éperon s'appuie sur l'appareil de pronation; sa pointe est libre, séparée du reste du bord antérieur de l'aile par un espace mou, où celle-ci peut accomplir sa rotation longitudinale.

Immédiatement en dehors de ce point, le bord antérieur présente un rebord inférieur d'abord assez large, mais qui s'atténue rapidement et se fond avec le reste de la nervure antérieure. Elle forme, à ce niveau, une légère concavité en avant, et finit par une extrémité de plus en plus effilée; convexe en arrière.

En arrière de la nervure antérieure, nous tombons dans une dépression longitudinale diédrique, dont le fond est occupé par la nervure subantérieure, et la marge postérieure par la nervure médiane. La nervure subantérieure se fond dans le tiers externe avec la nervure antérieure. En dedans, elle se rapproche de plus en plus de la nervure médiane, et se

termine à la base de l'aile par un renflement conique, à base terminale. Cette base est concave et forme une cavité articulaire pour le pivot mobile. Ce renflement peut être considéré comme la face inférieure de la tubérosité antérieure des Hémiptères, Lépidoptères.

La *nervure médiane* se fond vers son extrémité centrifuge avec la nervure antérieure, un peu au-dessus de l'accolement de la nervure subantérieure. Il en est ainsi chez les Muscides, les Volucelles. Chez les Tipulides, il y a plutôt fusion qu'accolement. La terminaison basilaire s'unit à une masse que nous analyserons bientôt.

En arrière de la nervure médiane, nous sommes sur le plan postérieur; il est formé, comme ailleurs, par une nervure postérieure et un certain nombre de nervures intermédiaires, dont une seule atteint la base : la nervure submédiane s'articule avec le rétro-médian.

Le *rétro-médian* est formé par un exhaussement chitineux, convexe en haut, difficile à bien limiter, articulé en avant avec la nervure médiane et la masse centrale, en arrière avec la base de la nervure postérieure. Son articulation avec la nervure submédiane est très lâche; car celle-ci s'effile de plus à sa base, et meurt en pointe à l'entrée de la dépression submédiane.

La *nervure postérieure* débute à la base par une tête renflée, claviforme; la corne antérieure de cette tête roule en bas sur le rétro-médian et en haut sur la nervure médiane, justement au niveau de la pointe terminale de la nervure submédiane. Ce rapprochement à la base des nervures médiane et postérieure s'observe presque avec les mêmes caractères chez les Hémiptères et les Porte-aiguillons. La corne postérieure s'articule avec le terminal. La nervure postérieure va en diminuant d'épaisseur vers son extrémité centrifuge; sa direction fait un angle de 45 degrés environ avec la nervure antérieure. Sa longueur varie entre le quart et la moitié de celle-ci. Son bord antérieur est flexible sur le plan des nervures intermédiaires, issues de la nervure submédiane. Son bord postérieur donne

insertion à un voile de formes diverses, mais entièrement analogue aux voiles des autres ordres.

Ainsi le *voile* se compose ici comme ailleurs de deux portions continues, l'une attachée à la base du bord postérieur, au niveau du terminal, l'autre qui suit le dorso-terminal. Cette dernière est généralement peu développée, car elle est immédiatement suivie de la base du versant antérieur de l'aile postérieure. Cette aile manque chez les Diptères; de là le grand développement de la portion dorso-pleurale, si caractéristique chez les Brachycères. Les Némocères font exception, ce qui rend leur équilibre plus instable.

J'ai peu insisté sur les nervures intermédiaires malgré et à cause même de leur importance en classification. Je recherche surtout des facteurs constants qui me permettent de comparer et de généraliser. Ainsi, chez tous les Diptères, nous pouvons schématiser l'ensemble des nervures intermédiaires par un fuseau élastique, intercalé entre les nervures médiane et postérieure. Il est étroitement relié à la base avec la nervure médiane, grâce surtout à une forte commissure transversale en zigzag, la *commissure de torsion*, qui se prolonge même en avant entre les nervures antérieure et médiane.

Ce prolongement à part, on voit que la charpente du fuseau se réduit à une fourche multifide, soudée à la nervure médiane par la base de sa branche antérieure, et articulée avec l'extrémité effilée de la nervure postérieure par sa branche postérieure. J'ai dit d'une part soudée, de l'autre articulée. Cela ne signifie pas que la soudure soit absolument rigide; mais il y a bien moins de jeu qu'en arrière, et dans la décomposition des pièces de l'aile, on ne peut séparer la fourche en question des nervures antérieure, subantérieure et médiane. Elle forme avec celles-ci une pièce unique continue.

Le manche de la fourche est la nervure submédiane; son rôle mécanique est ici un rôle de soutien pour le sommet du fuseau. Mais on conçoit très bien que ce manche peut manquer; il suffisait que le sommet tout entier du fuseau fût régulièrement épaissi, ce qui est presque le cas chez les Hémiptères.

Chez ces derniers, le manche est inappréciable ; il suffit mécaniquement que la région submédiane soit assez consistante pour déterminer une arête fixe de plissement (Comparer avec le livre de la *Locustide*).

Un autre facteur général, c'est la *sinussoïde* centrifuge de glissement ou d'échappement de l'extrémité de l'aile. C'est une zone concave en dehors et en arrière, passant par le point d'accolement des nervures médiane et antérieure, et par les extrémités externes des cellules basilaire antérieure, basilaire postérieure et anale. L'aile se plisse suivant cette zone sinussoïde toutes les fois qu'à ce niveau elle subit une pression sur la face supérieure.

Nous avons décrit la pièce alaire proprement dite, celle que nous avions arrachée chez les Coléoptères, et qui malgré une structure et un facies si différents, lui est comparable par des facteurs importants (courbure générale du bord antérieur, commissure de torsion, sinussoïde de flexion). Voyons les attaches de cette portion avec le thorax.

La masse centrale est décomposable en deux pièces triangulaires, l'une interne (sigmoïde), roulant sur le métanotum, l'autre externe (submédian), roulant sur la face postérieure de l'alifère.

La pièce interne ou *sigmoïde* a une partie antérieure plus grêle courbée en dehors et une partie postérieure plus volumineuse. Le bord externe de cet osselet est sigmoïdal. On peut donc comme toujours lui considérer deux apophyses : 1° une apophyse antérieure, grêle, arrondie, s'articulant en avant avec la terminaison de la nervure antérieure, qui vient butter contre sa face antérieure, en arrière avec la terminaison de la nervure médiane ; 2° une postérieure, massive, anguleuse, s'intercalant entre le submédian et le terminal. Entre les deux apophyses s'articule le submédian ; en arrière de l'apophyse postérieure, nous avons le bord postérieur du sigmoïde, bord libre et réuni au terminal par une membrane molle.

Le bord interne du sigmoïde tourne sur le mésonotum au-

tour d'un axe voisin de la verticale, oblique de bas en haut et en avant.

La pièce externe ou le *submédian* est la vraie pièce centrale du golfe postérieur. Elle s'articule avec la concavité du bord externe du sigmoïde, avec la racine subantérieure (apophyse inférieure de la tubérosité antérieure des Hémiptères), avec le tampon et le rétro-médian. Le submédian fait le pendant de la racine subantérieure : pendant que celle-ci roule par une cavité sur le pivot mobile, le submédian roule par un condyle dans une gondole postérieure du pivot fixe ou alifère. Il est mollement lié au rétro-médian, intimement uni au sigmoïde et à l'apophyse subantérieure. Cette dernière union n'est pas absolument rigide ; elle conserve un peu de jeu et de souplesse.

Le *terminal* se rapproche beaucoup par sa forme de celui des Lépidoptères et Coléoptères. C'est une pièce concave par sa face inférieure, allongée et verticale au repos. Son extrémité supérieure s'articule avec l'arcade postérieure, c'est-à-dire avec la tête claviforme de la nervure postérieure. Son extrémité inférieure est bifurquée : 1° la branche antérieure est rattachée au sigmoïde par la membrane molle de la dépression postérieure. C'est le *tampon* ou *proterminal;* 2° la branche postérieure s'articule avec le dorso-terminal, à l'union du dorso-terminal et du pleuro-terminal.

Le *dorso-terminal* est une pièce bien développée chez les Diptères; nous l'avons à peu près partout rencontrée, mais bien individualisée seulement chez les Hémiptères et Porte-aiguillons. Elle a la forme d'une cheville dont la queue serait fixée dans l'angle de séparation du podorsum et du subpodorsum (comparer pour la forme et la position avec le *vectiforme* des Porte-aiguillons). La tête massive est creusée d'une gorge qui chevauche sur le pleuro-terminal. On peut considérer deux apophyses à cette tête : l'apophyse supérieure qui s'articule avec le terminal ; l'apophyse inférieure qui donne insertion à un puissant muscle, le postaxillaire.

Le *pleuro-terminal* est une pièce quadrilatère allongée horizontalement, complètement soudée à la face postérieure de

l'alifère par son bord antérieur. Son angle postéro-inférieur se prolonge effilé, parallèlement et très près du bord supérieur postpleural : cette pointe est liée à ce bord et à la cheville dorso-terminale par une membrane résistante. Sa face externe présente d'arrière en avant une dépression, puis une éminence. La dépression est destinée à loger la gorge du dorso-terminal.

Ajoutons que la pointe postérieure du pleuro-terminal se termine par un bouquet de poils. Chabrier a entrevu cette pièce sans y attacher d'importance; il a surtout été frappé par le bouquet de poils qu'il compare aux plumes des ailes des Oiseaux de paradis.

M. Künckel, qui a revu cette pièce, croit qu'elle ne sert à rien. Elle lui sert cependant à faire avec les Lépidoptères un rapprochement ou plutôt une différence un peu risquée. Cette pièce serait comparable aux paraptères qui recouvrent la base supérieure de l'aile des Lépidoptères; seulement chez les Diptères ils seraient placés au-dessous. Nous ne saurions souscrire à une telle opinion. L'écaille des Lépidoptères est une pièce de protection pour la base supérieure de l'aile, et qui a ses analogues dans toute la série sous des formes diverses (écailles des Hyménoptères, apophyses du prothorax des Hémiptères, écaille des Diptères, etc.).

Le pleuro-terminal n'a d'analogue bien évident que chez les Hémiptères. C'est une pièce qui, ainsi que le dorso-terminal, sert à la fois de guide et de soutien à l'apophyse inférieure du terminal. C'est un renforcement, une sorte de sésamoïde jetée dans la membrane du golfe postérieur.

Nous avons observé un renforcement du même ordre chez les Coléoptères; et, d'autre part, l'énorme cupule subterminale des Lépidoptères s'appuie sur le bord postérieur de l'alifère. Il semble donc que ce guide inférieur du terminal, observé dans des types si différents, soit une nécessité du vol; car lorsqu'il manque (Porte-aiguillon), il est remplacé par une rigole du bord supérieur pleural, dans laquelle glisse le terminal.

C'est à tort aussi que M. Künckel compare le dorso-terminal au naviculaire de Jurine (équerre Chab.). Le naviculaire est une pièce constante dans la série ; il donne toujours insertion à un moteur des plus importants pour la formation de notre surface gauche, au muscle du tampon ; la pièce elle-même est le tampon ou proterminal. Quant au dorso-terminal, il serait plutôt l'analogue du vectiforme, dont il a les rapports et la forme.

Nous décrirons l'écaille des Diptères, à propos de l'appareil de pronation.

THORAX.

Le thorax des Diptères a, comme celui des Sphingides et des Hyménoptères, une forme ellipsoïdale, à axe longitudinal plus ou moins allongé. Il est, par exemple, ramassé chez les Brachycères (*Musca*, Volucelle), allongé et déprimé latéralement chez les Némocères (*Culex*, *Tipula*). Cette forme plus ou moins arrondie coïncide avec une concentration plus ou moins accentuée des diverses parties du thorax. Cette concentration acquiert son plus haut degré chez les Diptères. Le notum et le pleuro-sternum paraissent formés chacun d'une pièce unique. Mais, malgré les difficultés de la dissection, chaque pièce peut se décrire avec des divisions aussi précises que dans les autres groupes.

Prothorax. — Ce segment présente de grandes analogies et ressemblances avec celui des Porte-aiguillons : il forme, en arrière, le cercle d'entrée dans le thorax : c'est lui qui assure l'union des antépleures et de l'antédorsum.

La charpente du prothorax est formée par une large crête, qui part de la partie antérieure du sternum, de chaque côté de la ligne médiane, et monte vers le pronotum en décrivant une courbe concave en dedans. Sa partie inférieure la plus large est jetée comme un pont sur l'ouverture sternale de la première paire de pattes. Il y a donc une certaine similitude de direction et de rapports entre cette crête et l'entopleuron

des autres segments thoraciques. Nous pouvons, dans tous les cas, décrire un segment situé en avant de cette crête, et un segment situé en arrière.

Le *segment antérieur* forme une sorte de faux-col, et, au lieu d'un nœud de cravate, plaçons-y les pattes thoraciques. La moitié supérieure ou pronotale du segment est soudée en arrière et en haut à l'union de l'antédorsum et du dorsum; en arrière et en bas, il est limité par la crête entopleurale. En avant, une membrane molle l'unit à la tête. Il y a, en outre, deux grandes écailles triangulaires (1), mobiles par un côté, sur les pointes du faux-col. Elles sont séparées par trois petites écailles, dont deux antérieures et une médio-postérieure.

La moitié inférieure du segment antérieur forme, en arrière, le bord antérieur des ouvertures pédieuses; elle est sur la ligne médiane séparée de sa symétrique par le prosternum avec lequel elle est soudée. En avant, une membrane molle le sépare des grandes écailles ou condyles.

Le *segment postérieur* est nettement limité en avant par la crête médiane : sa face externe présente deux sillons transversaux; au sillon supérieur correspond une crête sur la face interne; au sillon inférieur, une simple arête de rebroussement. De là trois lobes : le lobe supérieur est fortement convexe, s'enfonce comme un coin entre l'antépleuron et le dorsum. Cette saillie du prothorax est comparable à celle (opercule Chab.) des Hyménoptères. La partie inférieure de ce lobe porte un lobe.

Les lobes moyen et inférieur sont séparés du mésopleuron par un sillon sinueux auquel correspond une arête de rebroussement. Le lobe inférieur est fondu avec le prosternum; il forme le bord postérieur des ouvertures pédieuses.

Le *prosternum* est une espèce de coin cordiforme, à pointe postérieure; sa base est mollement liée aux condyles.

En somme, le prothorax, vu dans son ensemble, forme une espèce de collier analogue à celui des Porte-aiguillons; seule-

(1) Condyles de Lowne, *loc. cit.*

ment son union avec le mésothorax est plus forte chez les Diptères que chez ces derniers.

Méso- et *Métapleurosternum.* — Cette pièce, débarrassée du notum et de l'abdomen, a la forme d'une gouttière percée latéralement en avant de deux trous, pour l'insertion des pattes mésothoraciques; nous avons, en outre, huit échancrures sur les bords postérieur et supérieur, c'est-à-dire quatre à droite et quatre à gauche : échancrure de la hanche métathoracique, celle du balancier, celle du golfe postérieur de l'aile, celle du golfe antérieur.

Cette gouttière présente de nombreux sillons, auxquels correspondent, sur la face interne, soit des crêtes, soit simplement des arêtes de rebroussement.

Le sillon de l'entopleure a une forme et une direction spéciales, qui n'ont d'analogues que chez les Hémiptères. Ce sillon part verticalement du sommet externe du cercle pédieux, s'infléchit horizontalement en avant, se coude ensuite à 90 degrés pour remonter verticalement, s'infléchit en arrière et se réunit finalement avec un autre sillon ou sillon de renforcement pour former l'alifère.

A ces diverses parties du sillon correspondent en dedans : 1° à la portion horizontale, une forte apophyse, l'apophyse *pédio-pleurale;* 2° à la portion verticale, une crête, d'abord très large à son union avec l'apophyse; elle s'unit en haut avec une arête de rebroussement, correspondant au sillon de renforcement. Cette arête débute un peu au-dessus de l'angle externe de l'ouverture pédieuse mésothoracique, et délimite ainsi, avec le bord libre de la crête précédente, l'entrée d'une grande fosse, comprise entre l'entopleure et le postpleure (comparer avec la fosse correspondante des Lépidoptères, Hémiptères). Les deux premières parties constituent l'entopleure proprement dit.

Cette crête étant bien définie, nous pouvons décrire, comme partout ailleurs, un antépleure et un postpleure.

L'*antépleuron* a une forme lenticulaire. Il est séparé du

propleuron par un sillon sinueux, qui part de la portion horizontale du sillon entopleural et monte jusqu'au niveau du notum. La portion inférieure de ce sillon est marquée en dedans par une crête qui se jette sur le versant antérieur de l'entopleure. La partie la plus originale de cet antépleure est sa partie postérieure; elle est séparée de l'entopleure par une fente qui monte en s'élargissant et supporte finalement l'appareil de pronation. Nous n'avons, jusqu'à présent, observé une telle fente, la *fente antépleurale*, que chez les Hémiptères; seulement, chez ceux-ci, elle est plus éloignée de l'antépleure. Le facies de l'appareil pronateur est tout différent chez les Lépidoptères et Hyménoptères, bien qu'on puisse en déduire un schéma mécanique à peu près pareil.

Le *mésosternum* présente, sur la ligne médiane longitudinale, une crête qui porte à sa partie supérieure une paire d'apophyses en forme de coupe pédicellée, située au-dessous et parallèlement à l'apophyse pédio-pleurale. C'est l'*entosternum* et ses apophyses. Cette crête sépare la paire de cercles pédieux mésothoraciques sous forme d'un pont étroit. Elle se termine immédiatement sur la zone étroite qui constitue la portion interne du bord postérieur de l'ouverture pédieuse.

Cette zone est limitée transversalement par un sillon (sur la face externe), qui monte ensuite, en arrière et en haut, jusqu'au sommet externe de l'échancrure pédieuse métathoracique. Le sillon de l'entosternum mésothoracique se continue en arrière par un autre sillon très court. Si l'on joint l'extrémité postérieure de celui-ci avec l'extrémité externe du sillon transversal, on obtient un triangle allongé, chitineux, qui, réuni avec son symétrique, forme le seul reste du *métasternum*.

Cette partie restante représente surtout l'antémétasternum, c'est-à-dire la partie située en avant des ouvertures pédieuses, la seule qui ait quelque constance et consistance dans la série. L'ouverture pédieuse métathoracique, ici comme chez les Orthoptères, Coléoptères, Hyménoptères, etc., se réduit à une échancrure. Une membrane molle réunit l'échancrure à sa symétrique et à l'abdomen; les hanches sont jetées dans la

membrane et roulent par leur bord antérieur sur chaque échancrure.

Nous avons décrit tout le plancher sternal pour faciliter la délimitation des autres segments pleuraux, qui n'est pas exempte de difficultés. Remontons sur les flancs du thorax, en partant de l'extrémité externe de l'échancrure métasternale.

Nou voyons deux crêtes en partir verticalement, ne laissant entre elles qu'une zone très étroite. Cette zone est tout ce qui nous reste du *métapleuron*. La crête antérieure contourne le bord postérieur d'un volumineux stigmate, se soude à la face postérieure de la palette, et finalement se fusionne avec la crête postérieure, pour entrer dans la constitution d'un *cercle rigide postérieur* analogue à celui des Hémiptères.

La crête postérieure forme, avant cette fusion, une dilatation en forme d'oreille qui délimite en avant la fosse d'insertion du balancier; elle se continue ensuite sur la face postérieure du subpodorsum, ou plutôt à l'union de celui-ci et du podorsum. Nous reviendrons sur ces détails dans la description des pièces dorsales.

Nous avons vu jusqu'à présent, chez les Insectes à ailes postérieures réduites, le métathorax diminuer graduellement de volume. Cette réduction portait sur le milieu métanotal; nous la verrons à son comble chez les Diptères.

Le postpleuron du métathorax forme un quadrilatère nettement délimité; il est borné en avant par la crête de l'entopleure, en bas par une crête qui part de l'apophyse pédiopleurale, en arrière par une large crête semblable à celle de l'entopleure. Son bord supérieur forme la rive du golfe postérieur; son angle postéro-supérieur fait corps avec le postdorsum.

L'*alifère* est formée par l'union de l'entopleure et de la crête de renforcement. Les détails de l'articulation pleuro-alaire, en ajoutant à l'alifère le système de pronation et du pleuro-terminal, méritent une attention spéciale; cet ensemble est un modèle de force et de souplesse.

Je schématiserai l'alifère par une lame triangulaire solide-

ment assise par sa base sur le bord supérieur du mésopleuron. Elle est tordue verticalement de gauche à droite. Son côté antérieur est uni à l'appareil de pronation; son côté postérieur : 1° est soudé en bas avec le processus pleuro-terminal; 2° il présente en haut un condyle au voisinage du sommet. Entre le condyle et le sommet s'articule le submédian; le sommet forme une petite tubérosité roulant dans la cavité qui sépare la racine subantérieure du submédian.

L'appareil de pronation se compose de six pièces :

1. Une petite boule pédicellée, dont le pédicelle roule entre l'alifère et les deux pièces suivantes.

2. Une lame en forme de virgule, dont la tête tournerait en charnière autour de la partie supérieure du bord antérieur de l'alifère, et dont la queue serait soudée au restant de ce bord.

3. Une lame triangulaire allongée, articulée par son petit côté avec le bord convexe de la virgule, et soudée par toute la région du sommet allongé avec la pièce suivante.

4. Une autre lame triangulaire allongée, fixée par sa base dans une baie du bord supérieur de l'antépleure. Son sommet allongé est soudé à celui de la pièce 3 et forme avec elle une apophyse styloïde verticale, intrathoracique, courbée en avant et en dehors.

Les pièces 3 et 4 forment l'entrée de la fente antépleure.

5. Le bord supérieur de l'antépleuron avec la fente antépleurale.

6. L'écaille, c'est une sorte de sésamoïde élastique, mais peu consistant, qui forme l'entrée du golfe antérieur. Il est mollement relié aux bases des pièces 3 et 4, ainsi qu'au cap antérieur de la fente dorsale, et au bord interne de la tubérosité antérieure. Son union est un peu plus serrée sur la partie supérieure interne de l'éperon. L'écaille a une forme de triangle sphérique appliqué par un de ses côtés sur la racine de la nervure antérieure, l'aile étant repliée. Si l'on pousse l'aile en avant, ce côté s'éloigne de la racine; l'écaille tout entière se tend comme un arc et emmagasine une force de réaction de sens contraire.

Malgré cette complication de pièces, le mécanisme de l'appareil de pronation est facile à observer. Tirons l'apophyse styloïde en avant et en dehors, la lame 3 transmet ce mouvement aux pièces 2 et 1. Finalement le pivot mobile (boule de 1) se porte en avant et en dedans. La fente antépleurale se ferme au maximum de cette traction; l'antépleuron et l'écaille sont violentés dans cette position. Tout l'appareil est tendu comme un ressort prêt à repousser la boule dans sa position primitive. Nous n'avions pas encore vu de mécanisme aussi perfectionné pour porter l'aile en avant. Il dénote que l'Insecte ainsi bâti doit avoir une grande résistance à vaincre, des battements très nombreux à produire.

NOTUM.

Le notum se compose d'une partie prothoracique ou pronotum (l'arc supérieur du collier), d'un antédorsum, dorsum, podorsum et subpodorsum, mésodorsum et d'une partie métadorsum très réduite. L'antédorsum et le subpodorsum sont intrathoraciques; comme le collier est très étroit, il nous reste comme éléments dominants de la surface dorsale le dorsum et le podorsum. Le contour apparent de ces deux pièces figure une méridienne d'œuf, à grosse extrémité en avant, attachée à l'aile par son milieu.

Le dorsum occupe les trois quarts antérieurs du notum. Sa surface est régulièrement convexe sur la ligne médiane, mais ses bords sont encore plus accidentés que dans les autres ordres.

Nous avons déjà vu que l'on pénétrait dans la cage par un collier prothoracique, sur le bord supérieur duquel se soude le dorsum. On voit, à partir de cette soudure, descendre verticalement une petite palette trapézoïde à petite base inférieure, l'antédorsum. De chaque sommet de la base part une tige qui se dirige en arrière et en dehors jusqu'à l'articulation antépleuro-dorsale. La zone que soutient cette tige affecte la forme d'un cercle dont cette tige serait le diamètre. Cette zone est en

chitine assez tendre, assez souple; cette consistance est liée aux fonctions de la partie antérieure du dorsum.

L'articulation antépleuro-dorsale consiste en un léger condyle de l'antépleure, coiffé par une cavité du bord mésonotal. Ce bord se continue alors en ligne droite jusqu'au sommet de l'antépleuron, après lequel commencent les rapports avec l'aile.

Elle forme d'abord la rive dorsale du golfe antérieur. Cette rive reçoit un sillon transversal qui prend son origine vers le milieu du mésonotum et se termine latéralement par une apophyse intrathoracique. Elle est en outre mollement réunie à l'apophyse antépleurale, à la lame de pronation et à l'écaille.

Les rapports vont devenir plus étroits; nous sommes au cap antérieur d'une fente dorsale. En avant du cap antérieur s'insère l'écaille; en arrière s'étend le sigmoïde, à cheval sur la fente et sur l'extrémité du cap postérieur.

De l'articulation antépleuro-dorsale au cap postérieur, le bord dorsal se dirigeait en dehors; à partir du cap postérieur, il se dirige en dedans jusqu'à l'articulation postpleuro-dorsale, et constitue tout le long de ce trajet le rivage dorsal du golfe postérieur. Ce golfe a déjà été étudié ; nous savons qu'il est occupé par les osselets terminal et submédian, et que ces osselets y sont suspendus sur deux ligaments chitineux se rendant, l'un au rivage pleural, l'autre à l'extrémité du sillon qui sépare le dorsum du podorsum.

A ce niveau aboutit un autre sillon, un sillon postérieur, à plan horizontal concave vers l'avant. La partie du dorsum comprise entre ces deux sillons proémine fortement en arrière, de manière à former, vue de dedans, une sorte de poche hémi-ellipsoïdale dont les sillons formeraient les bords. Ces sillons sont, l'antérieur celui de l'entodorsum, le postérieur celui qui sépare le podorsum du subpodorsum.

Le subpodorsum se compose de deux parties : une partie extrathoracique concave en avant, et une partie intrathoracique plus considérable, hémisphérique, descendant très bas à 1-2 millimètres des parois sternales. Son bord inférieur est re-

courbé vers l'avant et très légèrement échancré. Ces deux parties sont séparées par la partie *métanotale* du cercle postérieur; c'est en effet au niveau de leur union qu'est soudé un anneau chitineux se continuant avec le métapleuron. Cet anneau est tout ce qui reste du métanotum.

On est frappé des ressemblances qu'il y a entre le métathorax des Hémiptères et celui des Diptères. Le dorsum métanotal des Hémiptères semble une dépendance du subpodorsum mésothoracique. Quant aux dorsum et subpodorsum métanotaux, ils sont, comme chez les Diptères, réduits à un arc de chitine à concavité inférieure, soudé en avant au bord supérieur du subpodorsum mésonotal, et par ses extrémités latérales avec la crête postérieure du métapleuron.

En résumé, le notum des Diptères se rapproche de celui des Sphingides et Hyménoptères par la forme générale, les rapports géométriques; mais c'est avec les Hémiptères qu'il peut le mieux se comparer pour les détails. Nous avons fait la même remarque à propos du pleurosternum. Il en résulte que la machine à vol des Diptères est bâtie sur le même plan que celle des Hémiptères, mais avec de nombreux perfectionnements pour la souplesse, l'élasticité et la puissance. Nous avons vu, par exemple, la complication des appareils de pronation et de supination; nous pourrions encore citer la fente dorsale comme type de perfectionnement.

Nous avons vu qu'à l'ouverture de la fente chevauchait le sigmoïde, voici comment : le cap antérieur de la fente forme un crochet recourbé en arrière, en haut et en dedans; l'extrémité antérieure du sigmoïde en forme un autre de sens contraire; l'extrémité postérieure du sigmoïde roule en charnière sur le cap postérieur de la fente. Les deux crochets, par la direction même de leurs courbures, s'embrassent de telle façon que le roulement du sigmoïde en avant fait fermer la fente; le crochet du cap antérieur joue le rôle d'un écrou. Chez les Hémiptères, cette sorte d'écrou était remplacée par la flexibilité de la tête du sigmoïde.

MUSCLES DU VOL.

Je suivrai la même nomenclature que partout ailleurs. J'y suis, du reste, autorisé par les comparaisons qui précèdent sur les pièces du squelette.

Dorsal. — Le muscle droit est accolé à son symétrique sur la ligne médiane. Il va de la face antérieure du subpodorsum à la face inférieure du dorsum. Son insertion antérieure est régulièrement concave en arrière, d'un tiers environ plus longue que l'insertion postérieure; celle-ci forme une courbure sigmoïdale à branche inférieure prédominante.

Lorsque ce muscle entre en action, les cercles thoraciques antérieur et postérieur tiennent bon; la fente dorsale cède, s'élève et se ferme; le sigmoïde roule autour de son axe. Le dorsal est donc le muscle rotateur du sigmoïde.

Cela ne signifie pas que le dorsal abaisse l'aile; la rotation du sigmoïde n'est qu'une phase de l'abaissement. Pour que l'abaissement soit complet, il faut que les préaxillaires interviennent.

Latéro-dorsal. — Muscle oblique-vertical, allant de bas en haut et en avant. S'insère en arrière sur le cercle postérieur, sur la crête postpleurale en avant du balancier, en haut sur le bord latéral postérieur du dorsum, en arrière du deuxième sternali-dorsal.

Il tire en arrière et en bas la partie postéro-latérale du dorsum.

Sternali-dorsaux. — Ce sont des muscles moins inclinés sur l'axe du corps que les précédents; ils sont à 45 degrés environ sur le dorsal. Il y en a deux rapprochés en bas, écartés en haut.

1. En avant, le premier sternali-dorsal, le plus gros, allant du sternum au dorsum; son insertion inférieure occupe la fosse antésternale sur un espace quadrilatère. Son insertion

supérieure, moins étendue en surface, occupe un espace triangulaire sur la partie antérieure du dorsum, immédiatement en avant de la crête antérieure.

Ce muscle tire en arrière et en bas la moitié latérale-antérieure du dorsal.

2. Le deuxième sternali-dorsal allant de la fosse poststernale à la moitié postérieure du dorsum, un peu en arrière de la crête antérieure.

Il tire en arrière et en bas la partie postérieure du dorsum.

Axillaires. — 1-2. Deux muscles s'insèrent à l'appareil de pronation. Ce sont des *préaxillaires.* L'un d'eux se rend à l'angle antéro-supérieur de l'antépleure, en avant de la crête antépleurale. L'autre est en dehors du précédent, et s'insère en arrière de la même crête, tout le long du bord antérieur de l'antépleuron. Le premier se rend à la face antérieure de l'apophyse styloïde.

Ces deux muscles portent le pivot mobile et par suite l'apophyse subantérieure en avant, en bas et en dedans. Le versant antérieur de l'aile suivra ce mouvement, mais pas nécessairement; car la racine subantérieure peut rouler sur ce pivot mobile, et l'extrémité centrifuge du bord antérieur subir le contre-coup d'autres forces (sternali-dorsaux, résistance de l'air, etc.).

Dans tous les cas il se portera en avant.

3-4. *Muscles du tampon* ou du *proterminal.* — Ces muscles s'insèrent par deux faisceaux sur l'antépleure, de chaque côté de l'origine de la fente; ils se rendent ensuite au proterminal par un fort tendon.

5. *Postaxillaire.* — En haut, sur le condyle inférieur du dorso-terminal, en bas, sur la base de l'apophyse pédio-pleurale.

Ce muscle abaisse le terminal.

6. *Entopleuro-dorsal.* — Petit muscle allant de la face an-

térieure de l'antépleure à une apophyse chondroïde pédicellée qui termine la crête médiane transversale du scutum.

Ce muscle doit jouer un rôle de ligament élastique, servant à brider le dorsum, et à son union avec le pleuron.

7. *Antépleuro-postdorsal.* — Petit muscle s'insérant à la face postérieure de 'apophyse styloïde; il est remarquable par un long et grêle tendon allant dans une dépression de la zone postérieure du dorsum, au-devant de la branche antérieure de l'X. Ce muscle est situé au-devant du précédent et le croise.

Il est spécialement antagoniste du premier préaxillaire, qui par la nature de ses insertions pourrait être dénommé *anté-pleuro-dorsal.*

IX. — CHÉIROPTÈRES.

La forme générale de l'aile se rapproche de celle des Insectes : un triangle à sommet centrifuge, à base centripète et diédrique. Le bord antérieur de l'aile se compose de trois tiges articulées : un humérus, un radius et le métacarpien du deuxième doigt. Ces os forment la charpente du bord antérieur.

En réalité, le bord antérieur est formé par une membrane qui part de l'épaule, s'insère à la face antérieure de ces os, et se termine à l'extrémité du troisième doigt. Cette membrane est très élastique, surtout dans l'angle radio-huméral. Elle est même contractile à ce niveau comme nous le verrons plus loin.

La courbe formée par le bord antérieur dans son extension est sinussoïdale comme chez la majorité des Insectes, c'est-à-dire qu'à la base, dans l'angle radio-huméral, elle est concave antérieurement, et à l'extrémité elle est convexe; l'ensemble des deux branches de cette sinussoïde est concave inférieurement.

Les Coléoptères et Orthoptères nous offrent un rapprochement curieux à propos de la branche concave. Cette concavité

est formée par le rebord proantérieur, par une partie beaucoup moins dure que le reste du bord antérieur. C'est du reste une nécessité de la torsion, nécessité qui est satisfaite par d'autres moyens chez certains Insectes (*Cicada*, *Æschna*), mais qui chez les Chéiroptères et Oiseaux a fait naître un procédé analogue à celui des Coléoptères.

Il y a chez les Chéiroptères une complication en plus, par suite de la présence d'un muscle dans cette membrane. Il n'y a pas chez les Insectes de muscles logés dans le rebord proantérieur; mais les tenseurs du rebord existent.

Le restant de l'aile est formé par une mince membrane analogue à du caoutchouc (1), entre les deux feuillets de laquelle se trouvent les doigts. Cette membrane s'étend sur les flancs de l'animal, de manière à augmenter le gouffre axillaire. Chez certaines espèces, elle recouvre les pattes postérieures et même la queue, ce qui augmente considérablement la base de sustentation et la traîne.

Nous allons analyser brièvement cette machine en nous bornant aux faits saillants susceptibles de comparaison.

La cage thoracique de Chéiroptère est une cage de Mammifère, modifiée pour le vol. Le caractère le plus saillant imprimé par le vol est la prédominance, le renforcement des muscles qui portent l'aile en bas et en avant. Ces muscles s'insèrent principalement à la face antérieure de la cage.

Le *sternum* est très développé, long et large; sa partie médiane s'avance en avant sous forme de crête. Les cartilages costaux sont remplacés par de vraies côtes sternales, articulées avec le sternum et les côtes vertébrales, comme chez les Oiseaux. Il en résulte que la colonne vertébrale et le sternum sont réunis par des cerceaux élastiques et solides en même temps.

L'ensemble des cerceaux forme un tronc ovoïde, à petit bout en avant (2). Le cerceau antérieur est le plus court, mais le

(1) Schöbl, *Die Flughaut der Fledermaüse* (*Archiv. für mikrosk. anat.*, vol. V, 1870).

(2) C'est l'inverse qui a lieu, une fois les muscles en place.

plus rigide : car il est plus fort que les autres, et aplati de haut en bas, ce qui assure sa résistance contre les tractions venant d'en haut ou d'en bas. La résistance des cerceaux suivants va en diminuant graduellement en même temps qu'augmente leur élasticité.

La ceinture thoracique antérieure est formée par cet ovoïde et par deux os distincts, l'*omoplate* et la *clavicule*. Une apophyse de l'omoplate, le *précoracoïde* (1), a pris un énorme développement sous l'influence du vol; il donne en effet insertion au biceps, muscle fléchisseur et abaisseur. La clavicule est très forte; son rôle est important : elle sert de lien rigide entre la poignée du sternum et l'angle antéro-supérieur de l'omoplate, entre l'acromion et le sommet de l'épine. Cet angle est la partie la plus épaisse de l'omoplate; elle porte l'articulation scapulo-humérale; le reste de l'os est couvert de masses musculaires venant de la colonne vertébrale, de l'humérus, des côtes ou de l'omoplate elle-même.

En résumé, la ceinture thoracique ne forme pas un cerceau osseux complet, allant du sternum à la colonne vertébrale. La moitié inférieure seule (clavicule) est en continuité avec la cage : l'articulation cléido-sternale ne doit permettre qu'une très légère oscillation autour de l'axe longitudinal du cerceau. Quant aux mouvements de l'articulation cléido-scapulaire, ils sont beaucoup plus faciles, mais néanmoins peu étendus. Car l'omoplate est fortement bridée et maintenue solidement par les muscles scapulo-thoraciques contre les côtes.

En somme, l'articulation scapulo-humérale ne subit que de légères oscillations d'arrière en avant, ou de dehors en dedans, jamais de haut en bas. Même remarque pour le sommet de l'entopleuron, pour l'alifère.

En disant que l'entopleuron des Insectes est analogue à la clavicule des Chéiroptères, je fais une assimilation purement géométrique; les homologies entre des types si différents doivent être cherchées dans d'autres organes que ceux du vol.

(1) J'emploie ici les déterminations de M. Sabatier. Voy. *Comparaisons des ceintures et des membres*, 1880, p. 76.

Nous verrons plus loin que le même rôle sera dévolu chez les Oiseaux, non pas à la clavicule, mais au coracoïde.

Les premiers entomotomistes ont été malheureusement inspirés dans les emprunts faits à l'anatomie des Vertébrés. Chabrier, par exemple, appelle *claviculaire* chez les Bourdons une pièce essentiellement mobile qui facilite la pronation, et omoplate la pièce mobile qui facilite le roulement du versant postérieur de l'aile. Ces deux pièces ont la valeur de deux condyles; tout au plus pourrait-on les comparer aux tubérosités antérieure et postérieure de l'humérus, et encore je me défends de cette assimilation. L'humérus n'a pas d'analogue chez les Insectes.

On remarquera encore que les deux articulations scapulo-humérales sont beaucoup plus indépendantes que chez les Insectes. Elles sont séparées par une pièce rigide longitudinale, tandis que chez les Insectes, nous avions des surfaces élastiques (notum) flexibles généralement dans trois directions perpendiculaires.

L'humérus est un os allongé régulièrement cylindrique, renflé à ses deux bouts, portant chacun une articulation, l'une pour l'omoplate, l'autre pour l'avant-bras.

L'articulation scapulo-humérale n'est pas une enarthrose comme chez l'Homme; c'est une condylarthrose (1). La cavité glénoïde a la forme d'un demi-fuseau sphéroïdal, ouvert sous un angle de 30 degrés environ, à grande courbe (2) ou grand axe parallèle au bord antérieur de l'omoplate. La tête de l'humérus est ellipsoïde à grande courbe dans le même sens que celle de la cavité glénoïde. Les tubérosités antérieure et postérieure limitent les mouvements dans le sens du petit axe. Ces derniers mouvements sont angulaires de 30 degrés et non en charnière, car les deux tubérosités se rejoignent antérieure-

(1) Nous suivons, en général, les dénominations employées dans les traités classiques d'anatomie humaine.

(2) Je n'emploie pas à dessein le mot de courbure; la plus grande dimension d'une surface articulaire peut être une ligne de faible courbure; il y a là deux éléments (la longueur et la courbure) bien distincts et que l'on confond généralement.

ment sous un angle de 60 degrés environ, ne laissant de libre que la partie postérieure.

En d'autres termes, l'articulation scapulo-humérale est disposée de façon à permettre de grands déplacements dans le sens antéro-postérieur, de plus petits dans le sens supéro-inférieur et, en outre, une certaine rotation du bord postérieur de l'humérus autour du bord antérieur.

L'articulation huméro-radiale est une diarthrose en charnière à mouvement hélicoïdal. La spire est dirigée de telle façon que l'axe du radius ne peut, par rapport à celui de l'humérus, ni se fléchir sans descendre, ni s'étendre sans monter. Deux ligaments sont placés aux extrémités de l'axe de la charnière, et maintiennent latéralement la tête du radius.

Quelles sont les relations géométriques de cet axe et de l'articulation scapulo-humérale ? Ici, il faut distinguer. Car nous avons choisi plus haut dans la tête humérale deux axes principaux perpendiculaires entre eux, l'un servant de corde à la direction moyenne de la grande courbe, l'autre à la direction moyenne de la petite (1).

Ceci posé, si nous considérons le plan formé par l'axe de l'humérus et le grand axe de la tête, nous voyons que l'axe de la charnière est incliné sur lui de 80 degrés environ en dedans, en haut et en arrière. En d'autres termes, il n'est pas parallèle au petit axe. Il en résulte que dans le déplacement antéro-postérieur de l'humérus, autour de ce petit axe, l'axe de la charnière décrira non une surface cylindrique, mais une hyperboloïde à deux nappes (2).

Finalement la tête supérieure du radius doit être considérée comme tournant d'un mouvement hélicoïdal autour d'une génératrice d'hyperboloïde. Ceci commence à se compliquer ; et cependant nous n'avons vu encore que deux articulations, et

(1) C'est la surface engendrée par une droite située dans un plan parallèle à l'axe, et qui tourne en s'appuyant sur une courbe directrice quelconque. Si elle s'appuie sur un cercle, c'est une hyperboloïde de révolution; si l'angle avec l'axe est nul, c'est un cylindre.

(2) Chacun peut se représenter facilement ces surfaces au moyen de fils végétaux ou métalliques.

nous avons pris un cas très simple, celui d'un seul axe à l'articulation scapulo-humérale.

Un seul os est bien développé à l'avant-bras ; c'est le radius. C'est un os beaucoup plus long ($\frac{6 \text{ à } 7}{4}$ fois plus) que l'humérus, fortement concave en arrière et en bas. C'est le seul os de l'avant-bras, le cubitus étant considérablement réduit (fente d'usage). Les deux extrémités sont renflées, l'interne plus que l'externe ; le volume de l'os est plus fort dans la partie interne. Nous avons déjà vu l'articulation radio-humérale : la tête du radius est concordante avec celle de l'humérus. Il nous reste à voir l'*articulation radio-carpienne*, entre le radius et le *scapho-semilunaire*.

C'est une condylarthrose comme l'articulation scapulo-humérale, mais d'une forme toute différente. La surface radiale forme une gouttière cylindroïde, quadrilatère à quatre sommets proéminents, à dépression centrale. La surface du scapho-semilunaire est concordante avec celle de la gouttière, c'est-à-dire cylindroïde, quadrilatère, à saillie centrale, destinée à pivoter dans la dépression centrale de la tête radiale. Cette saillie se prolonge en avant jusqu'au bord antérieur, où elle sépare deux dépressions destinées à loger les sommets ou apophyses antérieures du radius. Le bord postérieur est sigmoïdal, il appartient à une surface gauche, une sorte de selle de cheval dont la concavité part de l'angle postéro-inférieur, contourne la saillie centrale, et aboutit en diagonale à l'angle antéro-postérieur. Cette disposition nous empêche de considérer l'articulation radio-carpienne comme une vraie charnière à mouvement hélicoïdal. Il est compliqué d'un mouvement de rotation autour de la saillie centrale. Plus simplement le *scapulo-semilunaire tourne sur le radius d'un mouvement de circumduction*, et c'est l'apophyse postéro-inférieure de celui-ci, qui est le centre de ce mouvement.

Appelons plan de circumduction le plan qui passerait par les apophyses postéro-inférieure, antéro-inférieure et antéro-supérieure. On voit que ce plan est par rapport à la terminaison inférieure du radius oblique de haut en bas, en arrière et en

dedans. C'est dans ce sens que tourne la partie correspondante du scapho-semilunaire ; mais c'est en sens inverse que se dirigera le pisiforme et, par suite, le cinquième doigt. Il suffit de regarder les positions respectives de ces pièces pour s'assurer du fait.

A la suite du scapho-semilunaire, nous tombons dans les articulations du poignet et de la main.

Le *carpe* peut se schématiser par une pyramide triangulaire, à base supérieure et bombée dont les trois arêtes seraient le *scapho-semilunaire*, le *pisiforme* et le *trapèze*, dont le sommet se trouverait sur la face inférieure au point de convergence de ces trois os, et dont la face externe donnerait insertion aux métacarpiens. L'arête interne roule sur le radius. Le cinquième métacarpien s'arc-boute sur la base de l'arête postérieure (pisiforme), et par l'intermédiaire de l'os crochu, sur la base de l'arête interne. Les trois arêtes sont maintenues solidement et reliées par les osselets intermédiaires trapézoïdes, *grand os*, *os crochu* et *pyramidal*. Le pyramidal joue un rôle assez effacé, tandis que les autres servent à l'insertion des métacarpiens.

Le mode d'insertion et la nature de la surface décrite par les doigts méritent une attention spéciale. C'est la main en effet qui joue le principal rôle actif dans le vol. C'est avec la main que l'aile des Insectes va montrer le plus d'analogies.

La charpente principale de la main est formée par quatre baguettes élastiques arrondies, les antérieures aplaties de haut en bas. La seconde est la plus longue ; son extrémité externe ou centrifuge reliée à la première baguette par la membrane interdigitale, constitue la terminaison du bord antérieur de la main. Ce bord est concave en bas et en dedans ; les autres baguettes sont concaves inférieurement.

Les articulations carpo-métacarpiennes affectent un type différent pour chaque doigt ; la disposition la plus curieuse est offerte par le quatrième métacarpien qui commence toujours par s'écarter soit du troisième dans l'extension, soit du cinquième dans la flexion.

La nature de la surface, formée par ces baguettes, doit être considérée au repos et dans l'extension. M. Maisonneuve a parfaitement remarqué ce fait, que les métacarpiens ne se fléchissent pas directement l'un derrière l'autre, mais obliquement, en frappant successivement chaque métacarpien. Il ne se prononce pas d'ailleurs autrement sur la nature de cette surface. Pettigrew traduit le même fait en disant que cette surface est une hélice.

Je suis d'un autre avis, et j'estime que la surface de la main n'est pas hélicoïdale ; c'est une espèce d'hyperboloïde, à génératrices élastiques, dont la courbe directrice passerait par le carpe, et dont l'angle avec ces génératrices serait essentiellement variable, mais limité.

La ligne d'insertion des métacarpiens forme la courbe directrice, à concavité tournée vers le bas, vers le sommet de pyramide carpienne. Cette ligne directrice est courbe et non rectiligne. Dans le repliement, les baguettes sont rapprochées presque parallèlement comme les génératrices d'un cylindre et non d'un plan. Dans l'extension elles divergent comme les génératrices d'une hyperboloïde. Cette divergence n'est nullement comparable à celle des génératrices d'une hélice.

Un exemple grossier fera mieux comprendre la différence. L'éventail des dames donne une idée de l'hélice. Il représente un plan dans le repliement complet (en supposant bien entendu chaque rayon linéaire) et une hélice dans le déploiement. Son axe de rotation est une droite passant par la poignée.

Tout autre est l'éventail des Chauves-souris. Son axe est courbe ; les rayons figurent d'une part au repos non un plan, mais un cylindre, et d'autre part dans l'extension une hyperboloïde. Ce n'est pas naturellement une surface de deuxième ordre, puisque les génératrices ne sont pas des lignes droites, et que la directrice n'est pas une conique géométrique. J'emploie néanmoins l'expression d'hyperboloïde, parce que c'est la surface de deuxième ordre qui nous en donne la meilleure idée. J'insiste sur la distinction entre hélice et hyperboloïde.

J'avais d'abord (1) été séduit par les idées de Pettigrew, basées sur le phénomène général de torsion. Mais l'hélice n'est pas la seule surface tordue. Une étude attentive dans toute la série animale me confirme pleinement dans cette nouvelle interprétation.

Nous avons déjà fait observer que l'éventail des Sauterelles n'est pas comparable à une hélice. L'ensemble des nervures dans toute la série des Insectes forme une surface analogue à celle de la main des Chéiroptères, et dont la directrice passerait à la base des deux versants antérieur et postérieur de l'aile, c'est-à-dire coïnciderait avec notre angle ou concavité axillaire.

Géométriquement, la main des Chéiroptères est assimilable à l'aile des Insectes. Rien n'y manque, pas même le rebord proantérieur, ici formé par la membrane qui relie le pouce au bord antérieur de la main.

L'idée d'hyperboloïde n'exclut pas celle de torsion; nous avons vu en effet que l'humérus pouvait rouler par son bord inférieur de 30 degrés environ, et nous venons d'insister particulièrement sur la circumduction des métacarpiens. La Chauve-souris comme l'Insecte démontre par l'étude seule de son squelette la possibilité de rotation et de torsion du bord antérieur de l'aile.

Les génératrices de la main sont élastiques, formées chacune de plusieurs parties (métacarpien et phalanges), unies entre elles par des symphyses, qui permettent une légère flexion sous des pressions venant de haut en bas. Il y a là une certaine analogie avec l'articulation sinussoïdale des *Cicada*.

Les parties que nous venons d'examiner sont constantes dans toute la série des Chéiroptères, sauf pour le nombre des phalanges, où il se présente quelques variations suivant les genres. Il y a aussi des différences sur l'étendue et la répartition de la membrane alifère. Ainsi la queue peut être plus ou moins recouverte par la membrane interfémorale (*Molossus*, *Taphozus*, *Rhinolophus*). La queue peut même manquer (*Pteropus*).

(1) *Essai sur le vol des Insectes* (*Revue des sciences naturelles*, juin 1883).

Un fait qui ne varie pas dans la base de la membrane, c'est la concavité inférieure de sa courbe d'insertion. Cette concavité est maintenue par le membre postérieur. L'angle fémoro-tibial est au repos, tourné en arrière, en dedans et surtout en bas, tandis que l'angle huméro-radial est ouvert en dedans, en haut et surtout en avant.

Le membre inférieur, dans sa flexion, se porte en avant et en bas, entraînant avec lui le versant postérieur de la base de l'aile. C'est là le rôle du terminal et du proterminal dans une aile d'Insecte.

Ainsi, que nous comparions soit une partie de l'aile des Chéiroptères, la main, soit l'aile tout entière, avec l'aile des Insectes, nous avons toujours le même facies : concavité basilaire, sinuosité et torsion du bord antérieur, existence de deux versants basilaires; l'antérieur très simple, avec une arête rigide; type hyperboloïde de la surface entière.

MUSCLES DU VOL (1).

Nous pourrions déjà placer les principaux muscles, les yeux fermés. L'étude du squelette, en nous montrant l'étendue et les limites des mouvements, nous fait nettement pressentir la nature et la position des moteurs. Elle ne nous apprend pas sans doute la nature du mouvement final; mais la myologie n'est pas souvent plus explicite à cet égard. La forme et la direction des muscles, la faradisation nous donnent d'utiles renseignements sur l'action spéciale de chaque muscle, mais nous laissent dans une grande incertitude sur les combinaisons, soit des muscles d'un même groupe, soit des muscles de groupes différents (2). On n'arrive à l'action totale que par une série d'hypothèses. Nous ne sommes pas étonné de la multiplicité des théories sur le vol.

(1) La myologie des Chéiroptères a été étudiée par Cuvier et Laurillard, Owen, Macalister, Meckel. L'ouvrage le plus récent est celui de Maisonneuve (*Ostéologie et myologie du Vespertilio murinus*, 1878).

(2) Dernièrement, M. Strasser de Breslau s'est servi d'un appareil ingénieux pour donner une idée des diverses combinaisons. Voy. Strasser, *Zür mechanik des Fluges.*

L'omoplate est solidement maintenue contre les parois thoraciques grâce au trapèze, au rhomboïde, au grand dentelé, au grand dorsal et à l'angulaire de l'omoplate. De tous ces muscles, le grand dentelé seul s'insère sur la face antérieure des côtes, les autres sur la colonne vertébrale. Le grand dorsal ne s'insère pas sur l'omoplate; mais il contourne son angle inférieur et contribue par conséquent à le fixer contre les côtes. Ces muscles ont un rôle principalement fixateur. Il est nécessaire pour le vol, on le comprend aisément, que la ceinture thoracique ait le moins de déplacement possible.

C'est ainsi que la portion cervicale du trapèze n'existe pas : la tête est enfoncée entre les épaules et assure la continuité de la ceinture thoracique. De plus, comme nous l'avons vu, l'appui vertical (la clavicule) est très fort et solidement fixé sur la face antérieure du thorax, d'une part par son articulation sternale, de l'autre par le muscle sous-clavier sur la première côte. Il est en outre bridé en avant par deux petits muscles allongés, le sterno-cléido-mastoïdien, et un autre qui se rend à l'apophyse transverse de l'atlas (1).

Les mouvements de l'humérus sont sous la dépendance des muscles pectoral, sous-scapulaire, sus-épineux, sous-épineux, grand rond, grand dorsal, coraco-brachial, deltoïde. Les muscles qui déterminent l'abaissement et la propulsion sont beaucoup plus développés que les rétracteurs et élévateurs. Le pectoral est énorme, le deltoïde faible. C'est là du reste un fait général, observé depuis longtemps, facile à comprendre à cause de la résistance de l'air dans le coup concave, de haut en bas et en avant. Nous l'avons vu aussi chez tous les Insectes.

La flexion et l'extension sont commandées par un biceps et

(1) Ce muscle est considéré par Blanchard comme représentant la portion du trapèze. Maisonneuve le désigne sous le nom d'*élévateur de la clavicule;* il donne aussi ce rôle au sterno-cléido-mastoïdien. Nous ne croyons pas que ces muscles aient une grande action sur la clavicule. Dans le vol, la tête étant immobilisée entre les deux épaules, les deux muscles précités doivent se borner à la maintenir en avant, et à contre-balancer les tiraillements rétracteurs des autres muscles.

un triceps (1). L'épitrochlée et l'épicondyle sont comme chez l'Homme le siège des tendons des muscles fléchisseurs et extenseurs du poignet et de la main.

Les muscles de la main sont peu développés; ils n'y sont représentés que par leurs tendons très effilés et intimement appliqués contre les os. Il est permis d'affirmer que la main est uniquement composée de parties élastiques, absolument comme l'aile des Insectes. Ce résultat ne saurait nous surprendre après les considérations déjà exposées sur la forme du squelette.

La plupart de ces muscles, toutes choses égales d'ailleurs, ont leurs homologues chez l'Homme. Il en est un cependant que nous n'avons pas cité, inconnu chez l'Homme, et qui a une grande importance. C'est un muscle en partie peaussier, qui part de la ligne courbe inférieure de l'occipital sous forme d'une étroite bandelette, passe ensuite sur l'épaule, où il devient peaussier, et se continue avec le bord rétractile de la membrane antérieure alifère. Il est bridé sur l'épaule par un petit détachement des aponévroses sous-jacentes.

C'est là l'élément contractile dont nous avons parlé au début. La membrane antérieure se rend à la base du pouce en décrivant une surface tordue avec une nappe externe très large, tournée en arrière. C'est celle-ci qui se continue avec le rebord basilaire antérieur de la main. L'exemple de cette membrane correspond au rebord proantérieur, observé chez tous les Insectes sans exception; l'élément contractile est représenté chez ces derniers par les préaxillaires.

Cet élément est surtout destiné à réagir contre la résistance de l'air dans la torsion du bord antérieur de l'aile, ou « en style de Chéiroptère » dans la rotation scapulo-humérale, la circumduction du poignet et de la main.

On conçoit que l'air violemment frappé par l'extrémité de l'aile, tende à faire rouler l'aile en sens inverse; de là la nécessité d'un frein à la fois élastique et contractile. Nous désignerons ce muscle sous le nom de *tenseur* (2).

(1) Ainsi nommé, quoiqu'il n'ait que deux chefs supérieurs comme le biceps.

(2) Ce muscle a donné lieu à de nombreuses interprétations au point de vue

X. — OISEAUX.

Je suivrai la même marche que chez les Chéiroptères, me bornant aux considérations géométriques et aux rapprochements, soit avec les Chéiroptères, soit avec les Insectes.

Squelette thoracique. — L'appui des ailes est formé de trois os distinctifs : clavicule, coracoïde et scapulum, auxquels ils faut joindre la cage thoracique. Cet appui se compose d'un axe rigide médio-longitudinal (sternum des Insectes, cage thoracique des Chéiroptères et Oiseaux), d'un montant vertical (coracoïdes des Oiseaux; clavicule des Chéiroptères, entopleuron des Insectes) et d'un appendice latéral postérieur, le scapulum. Il serait un peu risqué de chercher l'analogue du scapulum chez les Insectes: il n'y a chez eux ni cavité glénoïde ni humérus; comment comparer? Ainsi, les fonctions de l'omoplate sont en partie remplies par le postpleuron (comme partie de la cavité glénoïde), par le poststernum (comme lieu d'insertion des muscles rétracteurs), par le dorsum (comme attache des muscles releveurs), par le prothorax (comme attache des muscles cervicaux), etc.

En somme, l'omoplate n'a pas d'analogue chez les Insectes, ou plutôt il en a trop, ce qui revient au même.

L'appendice antérieur des Oiseaux, la clavicule, est un organe peu important pour le vol. Les Platycerques, par exemple, volent très bien sans clavicule. Puisque c'est un organe inconstant, même parmi les Oiseaux, il devient oiseux d'en chercher l'analogue dans une classe aussi éloignée que celle des Insectes.

La cage thoracique forme, avec son revêtement musculaire,

morphologique : c'est le *dorso-occipital* de Cuvier et Laurillard, l'*occipito-pollicalis* de Macalister, etc. ; Meckel lui fait jouer un grand rôle comme abducteur du pouce. M. Maisonneuve le compare au *sterno-radial* des Batraciens; il se rapproche ainsi de la vérité, mais sans donner les vrais motifs de la généralisation de ce muscle. Nous le nommons simplement *tenseur*, à cause de son analogie avec le tenseur de la membrane antérieure alifère des Oiseaux.

une masse ovoïde, à grosse extrémité en avant. Privée de ses muscles, elle présente au contraire le gros bout en arrière. On entre dans la cage par une petite ouverture en gueule de maquereau, et on en sort par une section ovale, à gros bout supérieur, et dont le diamètre est le double de l'écartement à l'entrée. La clef de voûte est formée par une colonne vertébrale droite, forte et rigide; le plancher par un sternum large, à contour elliptique, à face intrathoracique fortement concave, et dont le diamètre longitudinal ferait, avec la colonne, un angle de 40 à 45 degrés. La face extrathoracique est remarquable par le grand développement de cette crête sternale, que nous avons déjà constatée chez les Chéiroptères et dont le développement est en rapport avec la puissance d'abaissement de l'aile.

La colonne et le sternum sont réunis par un système de grands cerceaux élastiques ou côtes vertébrales, parallèles à l'ouverture de sortie. Ces cerceaux sont reliés à une grande échancrure du sternum par l'intermédiaire de petites baguettes, renflées aux deux bouts (côtes sternales), fortement inclinées sur les cerceaux. Leur angle est ouvert en avant et varie de 40 à 45 degrés (système des premières côtes vertébrale et sternale), à 100 degrés environ (système des dernières côtes vertébrale et sternale). Il varie en outre, pour un même système, dans les mouvements de la respiration et dans le vol. Le diamètre vertical de la cage augmente ou diminue avec cet angle.

La crête sternale est fortement épaissie sur son bord antérieur, surtout au niveau de son implantation sur le sternum, à l'entrée de la cage. C'est à ce niveau, en effet, qu'est assis l'appui de l'aile ou coracoïde.

Le *coracoïde* est le plus fort des trois os de la ceinture. Il est allongé, incliné en avant et en dehors, séparé de son symétrique par un angle variable suivant les espèces, mais toujours $<$ 90 degrés. La base est large, aplatie d'avant en arrière et solidement liée au sternum par une articulation, par une symphyse en pas de vis. Le sternum est creusé d'une rigole

hélicoïdale, qui empêche tout déplacement, soit d'arrière en avant, soit autour de l'axe du coracoïde. Quant aux mouvements de dehors en dedans, ils sont rendus impossibles par des ligaments très serrés. La tête du caracoïde s'articule : en haut et en avant, avec la clavicule par une symphyse; en arrière, en bas et en dedans, avec l'omoplate.

Les extrémités inférieures de la clavicule postérieure de l'omoplate jouissent d'une certaine élasticité, grâce à leur minceur.

L'*omoplate* est allongée, en lame de sabre, dirigée d'avant en arrière et en dedans, à 70–80 degrés, sur l'axe du coracoïde. Son extrémité postérieure est très rapprochée de la colonne vertébrale. La cavité glénoïde est formée en partie par une facette de l'omoplate, en partie par une facette du coracoïde. Un cartilage réunit les deux facettes et donne à la cavité sa forme définitive.

La surface de cette cavité présente, comme chez les Chéiroptères, un grand arc dirigé dans le sens de l'omoplate et un petit arc dans le sens du coracoïde. C'est, si l'on veut, une gouttière allongée à contour réniforme, telle qu'on la découperait sur une surface cylindrique, et de manière que le sens général de l'allongement soit celui d'une spire plus ou moins inclinée sur l'axe du cylindre, suivant les espèces.

Il faut distinguer, dans le contour curviligne de cette gouttière, une partie inférieure, la plus étendue, et une partie supérieure, situées de chaque côté de la spire supposée. L'appréciation de ces éléments nous donnera une idée exacte du mouvement huméro-scapulaire. Le sommet supérieur de la gouttière est aigu chez les Chéiroptères, et c'est là un caractère distinctif d'avec les Oiseaux. Elle indique, chez les Chéiroptères, un balancement plus énergique du bord inférieur de l'humérus. La spire et la courbe inférieure sont plus allongées chez les Buses que chez les Pigeons; la gouttière est aussi moins concave. Il en résulte que la trajectoire décrite par un point de l'humérus est, toutes choses égales, plus étendue chez les Buses que chez les Pigeons.

Toutes ces déductions supposent naturellement que la tête articulaire de l'humérus a une surface concordante avec celle de la gouttière, et qu'une capsule fibreuse l'attache aux bords de celle-ci. C'est en effet ce qui a lieu. La tête articulaire de l'humérus est régulièrement convexe, allongée dans le sens de la spire ou du grand arc, rétrécie dans le sens du petit. Ces directions sont telles que l'humérus, en s'abaissant, se porte en arrière, s'il suit le grand arc, en avant, s'il suit le petit. Où ira-t-il, finalement? Nous n'en savons rien, et, même les muscles en main, nous sommes réduits aux hypothèses. Il peut y avoir mouvement en arrière ou en avant, ou une combinaison des deux avec rotation. Ceci est encore possible; car la tête articulaire de l'humérus n'est pas rigoureusement concordante avec la cavité glénoïde, et la capsule fibreuse est assez lâche pour permettre une rotation de l'humérus autour de son propre axe. Il nous suffit d'avoir démontré la possibilité de ces mouvements.

L'*humérus* est un os court, presque droit chez le Martinet, le Pigeon, en général chez les bons Ramiers, il est long, courbé en S chez les Rapaces et les grands voiliers. Dans ce dernier cas, la branche interne de l'S est ouverte en arrière, et la branche externe en avant (1). La courbure de l'humérus à ses deux extrémités est bien plus prononcée que chez les Chéiroptères.

La tête de l'humérus est ellipsoïdale, étroite dans le sens antéro-postérieur, allongée verticalement. Cette tête se fond en haut, sans ligne de démarcation bien nette, avec la crête du deltoïde et celle du pectoral, en bas, avec la face antérieure de la tubérosité postérieure.

L'extrémité externe de l'humérus est en relation avec deux os, le radius et le cubitus; cette extrémité est difficile à repré-

(1) Cette inflexion n'a rien de commun avec la rotation de 90 degrés telle que la comprenait M. Martins, dans sa théorie de la torsion de l'humérus. Cette théorie ingénieuse et habilement présentée avait été adoptée par la majorité des anatomistes (Broca, Gegenbaur, etc.), lorsqu'elle fut, il y a peu de temps, vivement attaquée par M. Sabatier, et renversée par de nombreux et solides arguments (*Comparaison des ceintures et des membres*).

senter géométriquement. Nous avons vu que, chez les Chéiroptères, l'articulation du coude était une diarthrose en charnière, à mouvement hélicoïdal. L'extrémité humérale pourrait se comparer à la surface d'un tronc de cône, creusée de deux rigoles spirales superposées, dont une plus petite, la supérieure. Grâce à cette double rigole, le mouvement est automatique, sans ballottement.

L'extrémité humérale des Oiseaux n'a qu'une rigole très large, séparant deux condyles inégaux. L'ensemble a l'aspect d'une gourde de pèlerin, la petite moitié représentant le condyle anticubital, la grande le condyle antiradial. Ces deux condyles (dont l'un correspondrait à la trochlée) sont séparés par un faible col de deux éminences, l'un de l'épitrochlée, l'autre de l'épicondyle. Ils sont reçus dans des cavités concordantes, peu profondes, l'une circulaire, l'autre réniforme. Ces cavités sont séparées par une arête sigmoïdale.

L'articulation du coude n'est pas une diarthrose en charnière. La flexion ou l'extension peuvent s'accompagner d'une rotation longitudinale du bras. Il y a donc plus d'un axe de rotation. On a souvent disputé sur les directions respectives des axes des deux extrémités de l'humérus; il faudrait cependant s'entendre sur le choix des axes, avant de donner un avis quelconque. Il est bien difficile de donner des axes à des surfaces qui n'en ont pas : elles ne sont pas de révolution.

On peut tout au plus partir d'axes hypothétiques. Si nous supposions, par exemple, que la rigole de notre gourde est circulaire, et que les os du bras roulent sans ballottement sur les deux moitiés de la gourde, nous aurions un axe de flexion, passant par le centre de la gourde, perpendiculaire au plan de la rigole. Si maintenant nous choisissons comme axe de la tête de l'humérus la corde du grand arc, on voit que les deux axes ainsi choisis sont loin de faire un angle de 90 degrés, comme on l'avait soutenu pour les besoins de la théorie de la torsion. Ils ne sont pas néanmoins dans le même plan ; l'axe du coude est incliné de bas en haut, en dedans et en arrière. *Sic* chez les Chéiroptères.

Il semblait, d'après la théorie de la torsion, que l'extrémité externe et le corps de l'humérus subissent seuls l'influence du milieu, l'extrémité scapulaire ne bougeant pas. Nous n'avons pas à citer ici les nombreuses preuves accumulées par M. Sabatier contre cette prétention, mais nous pourrions y ajouter une considération basée sur la mécanique du vol.

La résistance de l'air attaque tous les points du bord antérieur de l'aile, avec une force d'autant plus grande que ces points sont plus éloignés de l'épaule. Celle-ci, dans tous les cas, en subit le contre-coup. Ces forces se dirigent d'avant en arrière ; de là l'obliquité dans le sens des axes ci-dessus mentionnés, et la divergence plus prononcée de l'axe centrifuge que de l'axe basilaire. Les axes ont subi chacun l'influence du vol, mais inégalement; ils ne peuvent pas être dans le même plan. Nous verrons cette inflexion se poursuivre dans tout le reste du bord antérieur de l'aile.

Le bras se compose de deux os d'inégal volume, placés l'un derrière l'autre. L'antérieur, le *radius*, est un os grêle, court et assez droit dans les petites espèces, long et infléchi en S dans les grandes. Le postérieur, le *cubitus*, est bien plus volumineux et un peu plus long; il décrit une courbe sans inflexion, concave en avant et en bas. Cet os est très réduit chez les Chéiroptères ; il s'est maintenu chez les Oiseaux : il a des plumes à supporter.

Les deux extrémités internes de ces deux os forment deux cavités ovalaires concordantes avec les condyles de l'humérus ; nous avons déjà parlé des contours de ces cavités. Ces contours s'abouchent à peu près comme les boucles d'un ∞ de chiffre, tordu de manière que les plans de ces boucles forment entre eux un angle obtus ouvert en dedans. Il faut y ajouter une troisième portion, comblant l'angle supérieur du ∞ et en continuité de concavité avec la boucle antérieure ou radiale.

Les extrémités externes de l'avant-bras sont en rapport avec le *carpe*, formé de deux os seulement : *os radial* et *os cubital.*

L'*os radial* a une forme tétraédrique, roulant par trois de ses faces sur le radius, le cubitus et le métacarpien antérieur.

La quatrième face est en rapport avec des tendons ou des ligaments; c'est la plus considérable.

La tête du cubitus a l'aspect d'une poulie en tronc de cône, dont la gorge descend de haut en bas, en avant et en dedans. Le cubital présente une facette qui roule dans cette gorge, et par suite dans cette direction. Le métacarpe suivra le cubital dans cette voie, et, finalement, les plumes métacarpiennes (rémiges primaires) viendront se placer dans la flexion sous les plumes cubitales (rémiges secondaires).

Le mouvement du métacarpe peut être plus complexe par la structure même de sa tête articulaire.

La tête du métacarpe forme une poulie cylindrique, dont la gorge n'est bien accusée qu'en arrière, où son arête inférieure est engagée et roulée dans une échancrure profonde du cubital. La face antérieure de la poulie roule par une surface régulièrement cylindrique, sans gorge, sur la face postéro-externe du radial. Cette dernière s'amincit insensiblement de manière à se fondre avec la face adjacente du radial, avec la face postéro-interne. Les deux faces arrivent ainsi en arrière à être tangentes à la grande gorge du cubitus; en d'autres termes, elles sont en continuité de courbure avec elle, ce qui assure la concordance des surfaces.

L'ensemble de la tête métacarpienne et du cubital roulera sur l'ensemble du radius et du cubitus d'un mouvement à la fois de flexion et de circumduction, en rapport avec la nature hélicoïdale des surfaces en contact.

Tel est le sens général du mouvement, mais il peut être modifié, augmenté ou diminué dans le sens de la flexion ou de la circumduction. La tête du métacarpien est en effet placée entre deux osselets mobiles, dont l'un, le radial, facilite la pronation, et l'autre, le cubital, la supination.

La mobilité du radial peut être mise en jeu par l'extrémité articulaire du radius. Cette extrémité est allongée de haut en bas, en avant et en dehors. Sa face supérieure est légèrement excavée. Son extrémité postérieure concorde avec une gondole ovalaire, qui forme la face antéro-interne du radial. Les li-

gaments du coude et du poignet qui lient le radius sont disposés de telle sorte que *dans la flexion du coude, le condyle huméral pousse le radius en dehors;* le radial à son tour roule sur la grande gorge du cubitus, et favorise la flexion du métacarpien. Je dis favorise, seulement; car le métacarpien peut être en état d'extension sur l'avant-bras, malgré la flexion du coude.

En résumé, je schématiserais l'*articulation du poignet par un S à branche supérieure bifide.* La branche inférieure serait fixe et représenterait la partie inférieure de la grande gorge du cubitus. Les deux branches supérieures seraient mobiles, et représenteraient l'une, les facettes internes du radial, l'autre, la facette postéro-externe. Quant à l'ensemble du métacarpien et du cubital, je le schématiserais par une surface concordante avec la partie externe de notre S.

Le *métacarpe* se compose de deux os soudés par leurs extrémités. Ces deux os sont très disproportionnés comme volume : le postérieur est très grêle. Leur articulation avec la main est une condylarthrose, en forme de gourde, comme au coude. Seulement, la gourde, et surtout la *base de la gourde est plus plate*, ce qui entraîne moins d'étendue dans les déplacements. Les deux condyles appartiennent à l'extrémité du grand métacarpien ; mais le métacarpien postérieur a aussi une extrémité articulaire; il se termine par une petite facette, séparée du petit condyle par une rigole. Cette facette est presque plane, liée en symphyse avec l'extrémité interne cunéiforme de l'articulation métacarpo-phalangienne du dernier doigt. Cette articulation contribue à limiter les mouvements.

On peut distinguer quatre doigts. Le premier se réduit à un os cunéiforme, s'articulant par le gros bout à la base de la crête antérieure de l'extrémité interne du grand métacarpien. Les surfaces articulaires sont en *selle de cheval* assez plate; le mouvement est peu étendu, mais curviligne par la nature même des surfaces en contact.

Ce grand métacarpien appartient au second doigt. Celui-ci se continue par deux phalanges unies entre elles par une sym-

physe en selle de cheval encore plus plate. La première phalange est soudée aux deux bouts avec l'unique phalange du troisième doigt. Enfin, le quatrième doigt se réduit au petit os cunéiforme, qui s'articule avec le troisième métacarpien.

En résumé, les articulations du coude, du poignet et des doigts ne sont nullement des charnières, mais des diarthroses soit en gourde de pèlerin, soit en selle de cheval, où les mouvements de flexion s'accompagnent de circumduction, dont l'étendue va en diminuant de dedans en dehors, c'est-à-dire que les surfaces articulaires, tout en gardant le caractère de surface gauche, s'aplatissent de plus en plus, à mesure que nous approchons de l'extrémité de l'aile, et passent du type condylarthrose au type symphyse.

Le résultat total de ces circumductions successives est de produire une torsion longitudinale du bord antérieur de l'aile.

Nous avons observé le même fait dans toute la série des Insectes, et ici encore, comme chez ces derniers, nous pouvons ajouter que *l'angle de torsion est en raison inverse de la distance à la base de l'aile.*

Nous voulons dire, par angle de torsion, celui que fait un élément quelconque du bord antérieur avec l'élément qui le précède immédiatement. Ceci résulte, chez les Oiseaux, de l'aplatissement graduel des surfaces articulaires à mesure qu'on s'éloigne de la base, et chez les Insectes, de l'accolement successif des quatre premières nervures proantérieure, antérieure, subantérieure, et médiane à mesure qu'on s'approche des parties centrifuges de l'aile.

Muscles de l'aile. — De nombreux travaux ont été faits sur la myologie des Oiseaux. On n'est pas encore d'accord sur la morphologie comparée de ces muscles (1). Nous pouvons heu-

(1) Un ouvrage des plus complets sur cette matière est celui d'Alix (*Essai sur l'appareil locomoteur des Oiseaux*. Paris, 1874). Ses déterminations sont souvent en désaccord avec celles de M. Sabatier et de M. Lannegrace.

Sabatier, *loc. cit.*

Lannegrace, *Essai sur la myologie comparée.* (Thèse inaugurale de médecine, Montpellier)

reusement laisser de côté ce terrain brûlant ; nous avons sous les yeux des moteurs susceptibles de mesure ; peu nous importent les noms.

Ainsi, l'omoplate est fixée aux côtes et à la colonne vertébrale par des muscles, bien moins volumineux que chez les Mammifères et les Chéiroptères. On se l'explique par le moindre volume de l'omoplate et par sa fixité plus grande, grâce à sa solide union avec le coracoïde. De plus, la colonne vertébrale est raide. Tous ces faits sont aussi liés à la prédominance des forces pronatrices et fléchissantes sur les forces élévatrices, prédominance qui est une fonction du vol, et que nous avons partout signalée (Insectes, Chéiroptères). Le pectoral est énorme, surtout chez les bons ramiers, à battements nombreux ; il est même aidé par un autre muscle puissant qui va de la partie supérieure du sternum à la tubérosité antéro-inférieure de l'humérus. Le deltoïde est très réduit, mais il est puissamment aidé par un muscle à tendon réfléchi, à action multiple, celui qu'on appelle en général *subclavius*. Il est très développé chez les forts rameurs (1).

Les muscles du bras, de l'avant-bras et de la main sont en partie comparables à ceux des Chéiroptères (biceps, triceps, fort peu de muscles épicondyliens, nombreux muscles épitrochléens). Les faces antérieure et supérieure du poignet sont pauvres en muscles. L'épitrochlée donne aussi bien insertion à des muscles fléchisseurs qu'à des extenseurs ; ces derniers parviennent à leur but au moyen de tendons ou de poulies de renvoi.

La présence du cubitus et des plumes nécessite des muscles qui ne sont pas chez les Chéiroptères, soit pour la flexion du cubitus, soit pour l'extension du poignet, soit pour la flexion des plumes.

(1) Ce développement n'implique pas des ailes défectueuses (*Schlechte Flügel*), comme sembleraient le croire Legal et Reichel. C'est simplement l'indice d'un mode, d'un type de vol, qui n'a rien à envier à l'aéroplane des Gypaëtes, Buses, etc.

Legal und Reichel, *Ueber die Beziehungen der Grösse der Flugmuskulatur*, etc. Breslau.

La *flexion des plumes cubitales* est sous la dépendance d'un muscle, situé en arrière du cubitus, allant de l'épitrochlée à l'osselet cubital, adhérent tout le long aux ligaments de la base des plumes cubitales. Il est donc fléchisseur du poignet et des plumes à la fois. Il est antagoniste d'un muscle très puissant allant de la face antérieure de l'extrémité externe de l'humérus (par un double tendon) à la crête antérieure du grand métacarpien. Ce dernier muscle, ou *extenseur du poignet*, passe sur une poulie de renvoi, située sur la face antérieure libre de l'osselet radial.

Parmi les muscles les plus intéressants figure le *tenseur de la membrane antérieure* de l'aile. Nous avons déjà observé un tenseur chez les Chéiroptères; celui des Oiseaux lui est entièrement comparable, comme direction et fonction. Il part de l'acromion et de l'extrémité externe de la clavicule, passe sur le deltoïde, devient peaussier et se rend au pli du coude sur une aponévrose très forte, qui le bride et l'attache au pli du coude. Un autre faisceau de fibres peaussières part de cette bride et arrive jusqu'à la base du pouce.

La membrane antérieure est l'analogue du rebord proantérieur des Insectes; nous avons déjà développé cette comparaison à propos des Chéiroptères.

Le *fléchisseur* des plumes cubitales (rémiges secondaires) serait plutôt l'analogue du muscle du tampon.

Nous allons du reste mieux saisir les comparaisons en examinant la forme générale de la surface alaire.

Aspect géométrique de l'aile. — La surface de l'aile de l'Oiseau renferme plus de variables que celle de l'Insecte. Elle paraît même s'éloigner notablement de celle des Chéiroptères. Ces différences proviennent des modes de génération de la surface, qui sont différents dans ces trois types.

La surface principale de l'aile chez l'Insecte est engendrée par des nervures divergentes à partir d'une courbe d'insertion presque basilaire (les osselets basilaires sont très courts par rapport aux nervures). Deux plans mobiles attachent le corps

de l'aile au thorax, l'un en avant, peu développé (base du versant postérieur).

La surface des Chéiroptères est engendrée par des membranes élastiques, tendues en avant et en arrière de deux longues tiges articulées, l'analogue des plans mobiles, et celles-ci sont suivies d'une longue main. Les deux plans mobiles sont excessivement développés; mais nous avons retrouvé le type Insecte dans le poignet et la main.

La surface de l'aile d'Oiseau est engendrée par une membrane contractile tendue en avant de deux tiges articulées (humérus-radius), et par des plumes qui s'étalent en arrière de ces tiges. La main se réduit à trois tiges articulées, bordées de plumes en arrière. Cette main diffère considérablement de celle des Chéiroptères; c'est dans les plumes qu'il nous faudra chercher les génératrices de la surface.

Les plumes ont leur face inférieure concave et leur face externe convexe (sauf les plumes axillaires, dont la face externe tend à être concave). La plus interne des plumes cubitales, à son maximum de flexion, forme un angle presque nul avec la direction du radius. La première des plumes primaires continue la courbure convexe à grand rayon formé par le bord antérieur de la main. L'angle maximum des deux axes du radius et de la main est variable chez les Oiseaux; il est en général $> 100^{\circ}$. Toutes les plumes intermédiaires (rémiges primaires et secondaires) s'insèrent en arrière de ces deux axes, avec des angles variant graduellement entre les deux positions extrêmes. Leurs extrémités divergent, et décrivent par leurs sommets une ligne concave inférieurement.

Les *plumes axillaires* continuent la concavité jusque sur les flancs de l'animal, en arrière de l'humérus et de l'articulation scapulo-humérale.

L'ensemble de toutes ces parties forme une surface gauche triangulaire, à bord antérieur infléchi, avec deux versants basilaires bien distincts, plongeant, l'un en avant, l'autre en arrière.

Cette surface n'est ni plane, ni hélicoïdale. Nous éprouvons

les mêmes difficultés que chez les Chéiroptères, à la dénommer géométriquement. Ici encore nous trouvons qu'elle se rapproche du type hyperboloïde.

La main peut se comparer à celle des Chéiroptères, et par suite à l'aile des Insectes. Nous y retrouvons un versant basilaire antérieur (pouce et plumes du pouce), un bord antérieur passible d'une légère torsion longitudinale, et un versant postérieur formé par des rémiges primaires, et les premières rémiges secondaires. La torsion longitudinale du bord antérieur est, il est vrai, très faible; mais elle est suppléée par celle des tiges centripètes.

Pendant que la main donne son coup de fouet, le segment centripète tend à augmenter la concavité du gouffre axillaire, grâce au tenseur de la membrane antérieure, et à celui des rémiges cubitales. Cette action, constante dans toute la série animale, est destinée à réagir contre la violence du coup. *Elle empêche que la torsion imposée par l'air ne dégénère en luxation et dislocation*. C'est une nécessité mécanique de premier ordre.

On voit en outre qu'il en résulte entre les surfaces centripètes et centrifuges, une surface de raccordement, une sorte de ventre, dont la direction et la superficie varient à tout instant.

Des physiologistes éminents ont constaté les « retournements de plan alaire » sans préciser néanmoins les facteurs mécaniques de ces retournements. Pettigrew ne sort pas des notions de charnière à propos des articulations du bord antérieur. Mais il a été vivement frappé par la torsion de ce bord, et en a conclu que l'hélice était la reine des surfaces en matière de locomotion.

Si nous supprimons les parties basilaires des grands planeurs pour n'en garder que la main, ou mieux si nous comparons l'aile de rameurs excessifs, tels que le Martinet, l'Oiseau-mouche, avec l'aile d'un Insecte, nous trouvons des génératrices divergentes, comme celles non d'une hélice, mais d'une hyperboloïde.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES SUR LES MACHINES A VOL DANS LA SÉRIE ANIMALE.

Cette étude, un peu longue et aride, ne serait pas complète sans un résumé aussi dense que rapide.

Nous distinguerons deux types principaux de machine, la *Machine-Insecte* et la *Machine-Vertébrée.*

Machine-Insecte. — Le corps principal de la machine est formé de deux segments placés l'un derrière l'autre : le *mésothorax* et le *métathorax.*

I. Chaque segment est charpenté par une tige médiane antéro-postérieure (*entosternum*), formant l'axe longitudinal du plancher.

Les flancs de chaque segment sont soutenus par trois cerceaux verticaux (bord antérieur de l'antépleuron, *entopleuron*, bord postérieur du postpleuron), s'appuyant sur le plancher.

Le bord supérieur des flancs forme deux échancrures ou golfes, séparés par un cap (*apophyse alifère*) qui est le sommet du cerceau moyen (entopleuron).

Le golfe antérieur est moins prononcé que le postérieur.

Le toit de chaque segment est formé par deux ressorts arciformes, concaves inférieurement; l'antérieur en forme de T (*dorsum*, *antédorsum*) à cheval sur le postérieur en forme d'X (*podorsum*, *subpodorsum*). La barre horizontale du T représente l'antédorsum, la barre verticale, la ligne de courbure antéro-postérieure du toit. La branche antérieure de l'X représente la crête de séparation (*entodorsum*) du dorsum et du podorsum; la branche postérieure, la séparation du podorsum et du subpodorsum.

L'angle antérieur de l'X forme un dôme (*dorsum*), l'angle externe une dépression (*dépression postdorsale*).

Les extrémités externes de la branche antérieure de l'X et du T sont séparées par une fente (*fente dorsale*).

La branche postérieure de l'X forme avec le cerceau posté-

rieur ou postpleuron, un cercle complet plus ou moins rigide (*cercle postérieur*).

Les bords latéraux du toit forment un angle obtus ouvert en bas et en dehors, dont le sommet (*coude dorsal*) correspond à la fente dorsale. Ces bords constituent le rivage dorsal des golfes antérieur et postérieur. Un mince détroit sépare les deux caps (*alifère*, *coude dorsal*), ou plutôt le cap entopleural de la fente dorsale.

Le détroit et les golfes servent de terrain d'évolution à un organe spécial, servant à frapper l'air, l'*aile*.

II. La charpente de l'aile est formée par six nervures principales et leurs ramifications. Ce sont : les *nervures proantérieure*, *antérieure*, *subantérieure*, *médiane*, *submédiane* et *postérieure*.

Elles sont alternativement en rapport avec le pleuron ou les flancs (proantérieure, subantérieure, submédiane) et avec le toit (antérieure, médiane, postérieure).

Les nervures antérieures se fusionnent graduellement vers l'extrémité centrifuge de l'aile, et forment à la base le versant basilaire antérieur de l'aile.

La nervure postérieure est rarement simple; elle forme en général à sa base une tubérosité suivie d'un voile membraneux avec ou sans nervures secondaires.

La forme générale de l'aile est celle d'un triangle biplane à base centripète, à sommet centrifuge. La base est formée de deux plans ou versants : un versant antérieur (nervures proantérieure, antérieure, subantérieure, médiane) et un versant postérieur (médiane, submédiane, postérieure, voile). Celui-ci est le plus développé. Les deux versants sont inclinés l'un sur l'autre, de manière à former une aisselle concave inférieurement : c'est là ce que je nomme le *dièdre basilaire*.

La nervure médiane forme l'arête du dièdre; l'angle de celui-ci est variable : ses évolutions ont pour limites celles des golfes antérieur et postérieur.

La base de l'aile est unie aux flancs et au toit de chaque segment par autant de pièces articulaires qu'il y a de nervures :

avec les flancs par les nervures proantérieure, subantérieure, et l'*appareil de pronation* dans le golfe antérieur, par la nervure submédiane, le *rétro-médian* et le *submédian*, dans le golfe postérieur; avec le toit par les nervures antérieure, médiane et postérieure d'une part, par l'*écaille*, le *sigmoïde*, et le *terminal* d'autre part.

L'*écaille* peut manquer (Orthoptères, Hémiptères); plusieurs de ces pièces peuvent être ankylosées (Orthoptères, Pseudo-Névroptères).

Des pièces supplémentaires peuvent exister, pour relier le terminal aux parties voisines (proterminal ou tampon, extraterminal, dorso-terminal, pleuro-terminal).

Tous les Insectes dont l'aile se replie ont, à la suite de la nervure médiane, une dépression (*dépression submédiane*) donnant au rétro-médian l'espace nécessaire pour plisser l'aile.

L'appareil de pronation est constant, avec des formes variables. Il peut se schématiser par deux pièces : une pièce antérieure formant un pivot mobile, séparée du pivot fixe (alifère) par un espace ou cavité articulaire.

Comme consistance, elle est la plus forte le long, non du bord antérieur, mais de l'arête du dièdre. Le rebord proantérieur du versant basilaire antérieur est mince et parfois mou. A cela près, la consistance de l'aile diminue graduellement en allant de la base au sommet et d'avant en arrière.

Le bord antérieur présente à son extrémité centrifuge un point d'épaississement, résultant de l'accolement des nervures antérieures. C'est, si l'on veut, le voisinage du sommet d'une longue pyramide quadrangulaire, dont les quatre arêtes seraient les nervures antérieure, subantérieure, médiane, subdiane.

Supposons que ces quatre arêtes puissent subir une torsion longitudinale, et nous aurons une idée des retournements de plans alaires.

Cette torsion est possible, grâce aux articulations des nervures antérieure et subantérieure avec leurs terminaisons basilaires (*tubérosité antérieure*).

La ligne directrice de la torsion n'est pas une droite. C'est une courbe sinueuse passant par la tête basilaire de la nervure postérieure par une commissure spéciale (*commissure de torsion*) et par l'extrémité basilaire du rebord proantérieur lorsqu'il est tendu.

L'extrémité centrifuge de l'aile présente à l'air, dans le coup ascendant, une ligne ou zone sinueuse suivant laquelle l'aile fléchit (*sinussoïde de flexion*). Cette ligne se dirige du versant basilaire postérieur au niveau du point d'épaississement. La branche postérieure regarde en dedans, la branche antérieure en dehors.

III. L'aile n'est jamais comparable à un levier simple. Les Pseudo-Névroptères sembleraient donner un type approchant du levier, mais à condition de leur ankyloser les articulations antérieure et subantérieure, ainsi que les pivots mobiles. Il est probable qu'alors ces animaux cesseraient de voler.

Les pièces basilaires, y compris le toit, peuvent se grouper sur trois arêtes d'un cône de révolution, dont l'alifère serait l'axe : une arête interne (*dorsum*, *sigmoïde*, *nervure médiane*), une arête postérieure (*submédian*, *terminal*) et une arête antérieure (*appareil de pronation*). L'arête interne ou arête de notre dièdre forme, si l'on veut, une sorte de levier roulant autour du cône par les deux autres arêtes.

Les muscles se groupent d'après ces trois arêtes (*dorsaux*, *sternali-dorsaux*, *latéro-dorsaux*, *préaxillaires*, *postaxillaires*) et les tirent dans toutes les directions compatibles avec leur propre direction et la nature des articulations.

Les directions des muscles sont très variées. Il n'y a pas à proprement parler de muscles exclusivement verticaux ou horizontaux. Cela jure avec le schéma qui précède : l'articulation de l'aile n'est pas une charnière simple.

La torsion de l'aile est favorisée et bridée en même temps par les préaxillaires et les postaxillaires, et parmi ces derniers surtout par le muscle du tampon ou proterminal.

IV. La forme générale de la machine entière est sphéroïdale ou ovoïde à gros bout tourné en avant.

Machine-Vertébrée. — Le Chéiroptère et l'Oiseau ont une machine à pièces dures internes, à moteurs externes. Cette différence est radicale : la machine-insecte est une sorte de nacelle élastique à l'intérieur de laquelle seraient abrités les moteurs.

Nous avons vu que la forme générale de la machine, la forme générale de l'aile et la répartition de la consistance à sa surface, ainsi que la rotation du bord antérieur, étaient comparables à celle des Insectes.

Nous avons vu que la torsion de la surface alaire avait pour directrice une ligne sinueuse concave inférieurement, et que la surface pouvait être comparée à celle d'une sorte d'hyperboloïde ayant cette ligne pour directrice et pour génératrices des baguettes élastiques courbes.

En résumé, la Chauve-souris et l'Oiseau sont des Insectes dont l'aile serait portée à l'extrémité de deux bras articulés. Y aurait-il une relation nécessaire entre le grand volume d'un animal volant et le développement des versants basilaires, et d'autre part entre le petit volume et le développement du « coup de fouet » ? Je pose seulement la question.

On me reprochera peut-être de ne pas terminer mon travail par une théorie sur le vol. Nous avons reculé devant l'obscurité qui règne encore sur l'action des muscles et sur les lois de la résistance de l'air. Mais nous apportons des faits et des données nouvelles susceptibles d'être appliquées dans le domaine physiologique et expérimental.

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS CE MÉMOIRE.

III. Névroptères.

IV. Hyménoptères.

1. — *Organes du vol chez les Térébrants.*

2. — *Organes du vol chez les Porte-aiguillons.*

V. Hémiptères.

VI. Lépidoptères.

VII. — Coléoptères.

VIII. Diptères.

B. — DES ORGANES DU VOL CHEZ LES VERTÉBRÉS.

IX. Chéiroptères.

X. Oiseaux.

EXPLICATION DES PLANCHES.

Lettres de renvoi communes à plusieurs figures.

a, nervure antérieure.
a', nervure proantérieure ou rebord proantérieur.
sa, nervure subantérieure.
m, nervure médiane.
sm, nervure submédiane.
p, nervure postérieure.
n, nervures intermédiaires.
ad, antédorsum.
d, dorsum; *f*, fente dorsale.
pd, postdorsum ou podorsum.
spd, subpostdorsum ou subpodorsum.
Ep, entopleuron; *Ep'*, apophyse pédio-pleurale.
Ap, antépleuron; φ, fente antépleurale.
Pp, postpleuron.
ast, antésternum.
Est, entosternum; *Est'*, apophyse entosternale.
α, pivot mobile antérieur.
β, pivot fixe ou médian.
γ, pivot mobile postérieur.
ς, sigmoïde (ς', sigmoïde antérieur; ς'', sigmoïde postérieur).
A, tubérosité antérieure; *B*, tubérosité postérieure.
S, submédian; *E*, écaille.
T, terminal; *Pt*, proterminal ou tampon; *plt*, pleuro-terminal; *dt*, dorso-terminal.
R, rétro-médian.
π, arcade postérieure; *v*, voile.
l, commissure antépleuro-dorsale; *l'*, commissure entopleuro-dorsale.
l''', commissure entosterno-pleurale.
λ, cercle antérieur; μ, cercle postérieur.
c, parapet supérieur des hanches.

Planche I.

Pseudo-Névroptères.

Fig. 1. Région supérieure dorso-alaire (*Æschna*).
Fig. 2. Région pleurale (*Æschna*).
Fig. 3. Abaissement du rebord proantérieur.
Fig. 4. Vue antérieure du mésonotum (*u*, apophyse onguiculée *sd*, insertion des sternali-dorsaux).

Planche II.

Pseudo-Névroptères.

Fig. 1. Région dorso-alaire.
Fig. 2. Région externe pleuro-alaire (*X*, insertion des préaxillaires; *x*, grand postaxillaire; x_2, x_3, petits postaxillaires).
Fig. 3. Région interne pleuro-alaire (*pld*, muscle pleuro-dorsal; *Pt*, muscle proterminal ou du tampon).

Planche III.

Orthoptères.

Fig. 1. Région dorso-alaire (Locustide).
Fig. 2. Région pleurale et pleuro-alaire.
Fig. 3. Marche du versant basilaire antérieur.
Fig. 4-5. Schéma du plissement et du déplissement.

Planche IV.

Névroptères et Hémiptères.

Fig. 1. Face externe de la région pleurale supérieure de Panorpe.
Fig. 2. Région pleuro-sternale (face interne).
Fig. 3. Face interne de la région pleurale supérieure.
Fig. 4. Schéma de pleurosternum.
Fig. 5. Région interne métapleurale de *Cicada*.
Fig. 6. Région interne mésopleurale.

Planche V.

Hémiptères.

Fig. 1. Région dorso-alaire.
Fig. 2. Région montrant la sinussoïde de flexion *z*.
Fig. 3. Région pleuro-alaire de l'aile antérieure.
Fig. 4. Schéma de la cage thoracique.
Fig. 5. Base de l'aile antérieure (face inférieure).
Fig. 6. Coupe transversale des nervures de l'aile antérieure au niveau des terminaisons basilaires.

Planche VI.

Lépidoptères.

Fig. 1. Région dorso-alaire.
Fig. 2. Région pleuro-dorsale du mésothorax (face interne).

Fig. 3. Région pleuro-dorsale du mésothorax (face externe).
Fig. 4-5-6. Osselets du versant postérieur de l'aile antérieure.

PLANCHE VII.

Coléoptères.

Fig. 1. Région dorso-alaire (aile postérieure).
Fig. 2. Région pleuro-alaire (*Id.*).

PLANCHE VIII.

Diptères.

Fig. 1. Thorax de Volucelle (face pleurale externe).
Fig. 2. Base de l'aile (face supérieure.)
Fig. 3. Base de l'aile (face inférieure). — *k*, courbe de torsion.

NOTE

SUR UN PERROQUET & SUR UN PIGEON GOURA

DE LA COTE SEPTENTRIONALE DE LA NOUVELLE-GUINÉE

Par M. E. OUSTALET.

Dans une collection d'oiseaux, envoyée récemment de la Nouvelle-Guinée par M. L. Laglaize, et acquise par le Muséum d'histoire naturelle, se trouvent un Perroquet et un Pigeon Goura qui me paraissent appartenir l'un à une espèce et l'autre à une race nouvelles. Le Perroquet se rapporte au genre *Cyclopsittacus* et se rapproche, à certains égards, de l'espèce que j'ai nommée *Cyclopsittacus Salvadorii* (1), et dont une description détaillée, accompagnée d'une planche coloriée, est sur le point de paraître dans les *Nouvelles Archives du Muséum;* mais il offre des teintes encore plus vives et plus variées que ce type déjà si remarquable de l'ordre des Psittaciens. En effet, chez le *Cyclopsittacus Edwardsii* (tel est le nom que je propose d'appliquer à cette espèce inédite), ce n'est pas seulement la poitrine qui est d'un rouge vif, comme chez le mâle du *Cyclopsittacus Salvadorii;* la gorge est couverte tout entière par cette teinte éclatante qui, d'autre part, descend jusque sur le milieu de l'abdomen; les joues ne sont pas d'un jaune verdâtre, mais d'un jaune doré nuancé de rouge vif et de bleu, les plumes de cette région affectant d'ailleurs, comme celles de la gorge, une forme particulière et ressemblant à des filaments qui divergent à partir de l'œil et de la mandibule inférieure. La tache bleue, qui occupe la région des oreilles chez le *Cyclopsittacus Salvadorii*, fait complète-

(1) *Bull. Assoc. scient. de France*, 1880, 2e série, t. II, n° 11 et *Ann. des Sc. nat., Zool.*, 1883, 6e série, t. XIII.

ment défaut et le front est non pas d'un vert mélangé de bleu, mais d'un vert doré très brillant, qui s'étend jusque sur le ventre. En arrière, du côté de la nuque, cette couleur est limitée par une bande transversale noire, séparant le vert clair du sommet de la tête du vert plus foncé du manteau. Sur les barbes internes des plumes secondaires apparaissent des taches rouges et jaunes dont on trouve déjà des vestiges chez le *Cyclopsittacus Salvadorii*, et, comme dans cette dernière espèce, les grandes pennes alaires sont noires, largement bordées de bleu verdâtre en dehors, sauf du côté de la pointe, où règne un étroit liséré jaune. Sur leur face inférieure, ces mêmes pennes sont en dehors d'un brun glacé, en dedans d'un jaune soufre, et les couvertures inférieures sont colorées en bleu verdâtre. Les flancs sont d'un vert plus franc et plus foncé que chez le *Cyclopsittacus Salvadorii* et sur le haut de la poitrine, entre le rouge de la gorge et le plastron écarlate de la poitrine, se trouve une raie transversale bien définie, d'un bleu d'outremer foncé, dont il n'y a aucune trace chez le *Cyclopsittacus Salvadorii*. Le bec et les pattes sont d'un brun noir très foncé, comme dans cette dernière espèce, mais les dimensions des diverses parties du corps sont un peu plus faibles : la longueur totale de l'oiseau, chez le *Cyclopsittacus Edwardsii*, ne dépasse pas, en effet, 18 centimètres; celle de l'aile 11 centimètres 1/2 et celle de la queue 7 centimètres 1/2.

L'individu qui a servi de type à cette description et qui est un mâle, en plumage de noces, a été capturé à Kafou, localité située, d'après M. L. Laglaize, sur la côte septentrionale de la Nouvelle-Guinée, en face des îles Guibert et Bertrand. Je n'ai cru devoir le comparer, dans les lignes qui précèdent, qu'au *Cyclopsittacus Salvadorii*, car il présente des différences trop considérables avec les autres espèces telles que *Cyclopsittacus Desmarestii*, *C. Blythii*, *C. diophthalmus*, *C. suavissimus*, etc., pour pouvoir être confondu avec l'une quelconque d'entre elles.

Dans la même collection se trouvaient plusieurs Gouras ressemblant, par la conformation de leur huppe et leur système

de coloration, au *Goura Victoriæ*, mais ayant des formes plus robustes, des pattes plus fortes, une huppe mieux fournie, constituée par des plumes largement développées. Le mâle et la femelle de cette race nouvelle, qui paraît assez répandue à Kafou, et que je propose d'appeler *Goura Victoriæ* var. *comata*, portent la même livrée, d'un gris bleuâtre, relevée par des barres d'un gris clair et d'un rouge brunâtre sur les ailes, par un liséré gris au bout de la queue et par un large plastron d'un rouge vineux sur la poitrine; ils ont le sommet de la tête ornée de plumes dressées, à barbes décomposées et terminées chacune par une palette, largement frangée de blanc pur. Quelques-unes de ces palettes mesurent jusqu'à 4 centimètres de diamètre transversal et sont, par conséquent, beaucoup plus larges que chez le *Goura Victoriæ* où elles n'atteignent au maximum que 2 centimètres de diamètre. Les tarses sont aussi notablement plus épais que dans cette dernière espèce, et les doigts plus allongés, celui du milieu mesurant, sans l'ongle, plus de 5 centimètres; le bec paraît un peu plus épais relativement à sa longueur; enfin le manteau, d'un gris un peu plus clair, n'offre pas de bordures aussi distinctes aux plumes de la région dorsale.

Il y a quelques années, M. le comte T. Salvadori avait déjà eu sous les yeux la huppe d'un Goura que le voyageur Beccari avait acquise d'un Papou de la baie de Humboldt qui s'en servait en guise d'ornement, et dans ce fragment de dépouille il avait cru reconnaître l'indice d'une espèce nouvelle, très voisine cependant du *Goura Victoriæ*, espèce qu'il avait proposé d'appeler *Goura Beccarii*. J'aurais donc été disposé à rapporter à cette espèce, ou plutôt à cette race de la baie de Humboldt, les oiseaux tués à Kafou par M. L. Laglaize, si M. Salvadori faisait, dans sa description succincte (*Ann. Mus. civ. Gen.*, t. VIII, p. 406), la moindre allusion au développement plus considérable de la huppe chez le *Goura Beccarii* comparé au *Goura Victoriæ* et surtout s'il n'indiquait pas comme caractère distinctif une particularité qui fait entièrement défaut chez les oiseaux de Kafou, à savoir une

coloration jaune rouille de l'extrémité des plumes de la huppe. Chez le *Goura Victoriæ* var. *comata*, les lisérés des plumes céphaliques sont très larges, et d'un blanc absolument pur.

ÉTUDES HISTOLOGIQUES ET ORGANOLOGIQUES

SUR LES

CENTRES NERVEUX & LES ORGANES DES SENS

DES ANIMAUX ARTICULÉS

Par M. **H. VIALLANES**.

TROISIÈME MÉMOIRE

LE GANGLION OPTIQUE DE QUELQUES LARVES DE DIPTÈRES

(Musca, Eristalis, Stratiomys).

Les larves de beaucoup de Diptères, celles de la Mouche ou de l'Eristale par exemple, ne présentent à la surface de leur corps aucun organe qui puisse être considéré comme un œil. Pourtant elles sont extrêmement sensibles à la lumière, ainsi que l'ont parfaitement prouvé les recherches de M. Pouchet (1). Cet observateur a en effet montré, et chacun peut facilement répéter l'expérience, que quand on dépose un certain nombre de ces larves sur une feuille de papier placée près d'une fenêtre, celles-ci fuient toutes vers le côté opposé. Ces animaux perçoivent donc non seulement la lumière, mais encore la direction de la lumière puisqu'ils fuient toujours en ligne droite. C'est qu'en effet ces êtres qu'un examen superficiel ferait regarder comme aveugles sont pourvus d'organes visuels hautement différenciés; il est vrai que ceux-ci ne sont point superficiels, mais situés profondément dans l'intérieur

(1) G. Pouchet, *De l'influence de la lumière sur les larves de Diptères privées d'organes de la vision* (*Rev. et Mag. de Zool.*, 1872, p. 110, 129, 183, 225, 261, 312).

de la cavité viscérale. Cette localisation à elle seule nous prouve que si l'asticot ou la larve d'Eristale peuvent percevoir des sensations lumineuses, pourtant ils ne peuvent avoir aucun renseignement sur la forme des corps, puisque les rayons émis par ceux-ci sont dans leur trajet nécessairement diffusés par le corps adipeux, les muscles et la peau qui séparent les organes visuels d'avec le monde extérieur.

Les organes visuels de l'asticot sont les parties destinées à former les organes visuels de la Mouche ; ce sont en un mot les disques imaginaux formateurs des yeux composés. Chez l'adulte, l'œil composé est réuni par des conducteurs nerveux connus sous le nom de fibres post-rétiniennes à un volumineux ganglion (le ganglion optique) qui se rattache lui-même au cerveau par le nerf optique. Dans la larve toutes ces parties existent et présentent les mêmes connexions physiologiques que chez l'imago.

A la vérité, chez la larve, l'œil composé représenté par un disque imaginal est beaucoup plus simple chez l'imago, puisque, ainsi que nous le verrons plus loin, chaque œil élémentaire n'est encore formé que par une simple cellule ; mais en revanche, le ganglion optique présente exactement les mêmes parties que chez l'imago. Si je consacre un travail particulier au ganglion optique larvaire, ce n'est pas qu'il présente de grandes différences histologiques avec celui de l'adulte, mais c'est parce que les parties qui le composent, tout en ayant entre elles les mêmes connexions physiologiques qu'à l'état parfait, ont pourtant des rapports de situation et d'étendue, très différents de ce qu'on remarque chez l'insecte ailé.

Dans le présent travail, je décrirai l'appareil visuel de la larve de l'*Eristalis tenax*. Bien que ce soit cet animal seul dont je parle dans mes descriptions, j'ai pourtant étendu mes recherches aux larves de *Stratiomys cameleo* et de *Musca vomitora*, mais comme malgré l'attention que j'ai apporté à cette étude je n'ai trouvé aucune différence appréciable entre l'Eristale et les deux autres espèces que je viens de citer, il

est inutile que je consacre à celles-ci aucun paragraphe particulier.

Les méthodes que j'ai employées dans les recherches que je publie aujourd'hui sont les mêmes que celles dont je m'étais déjà servi pour étudier le ganglion optique de la Libellule.

Les organes que je me proposais d'étudier étaient débités en coupes successives pratiquées dans les trois directions; les plus importantes d'entre elles étaient photographiées. Cette méthode m'a permis d'étudier très commodément et très sûrement les organes si compliqués qui font l'objet du présent travail; en outre, elle m'a permis d'exécuter mes dessins sans employer la chambre claire, mais en copiant simplement mes épreuves photographiques. J'aurais désiré faire reproduire à la fin de ce mémoire mes photographies elles-mêmes, malheureusement je ne connais pas encore de procédés industriels permettant de transformer un cliché en une planche gravée, avec la finesse de détails nécessaire à la représentation d'un objet délicat vu au microscope.

Plusieurs ganglions optiques ont été débités en coupes d'épaisseur déterminée, lesquelles ont été montées en série. Grâce à ces préparations, j'ai pu, par une méthode géométrique analogue à celle de M. Born, construire un modèle en relief et très grossi du ganglion optique. Ce modèle est dessiné sous deux de ses faces dans la planche I, ces figures aideront, je crois, beaucoup le lecteur à suivre mes descriptions.

Après plusieurs essais, j'ai choisi comme réactif fixateur des pièces que je me proposais de couper, un mélange d'alcool et d'acide osmique (acide osmique au centième, 1 volume; alcool à 36°, 2 volumes). A l'aide d'une seringue de Pravaz, j'injectais ce liquide dans la cavité générale de l'animal vivant, puis je le liais en masse entre le point piqué et les centres nerveux. L'animal ainsi gonflé était plongé tout entier dans l'alcool absolu. Au bout de vingt-quatre heures le durcissement était achevé, sans qu'aucune déformation se soit produite et sans que la coloration noire due à l'osmium soit

devenue trop intense. Les pièces étaient colorées avec le carmin aluné de Grenacher ou avec l'hématoxyline de Kleinenberg, les coupes étaient montées soit au baume du Canada, soit à la glycérine.

Il est nécessaire de dire un mot des termes dont je me suis servi pour désigner les différentes orientations, suivant lesquelles ont été pratiquées les coupes. Tandis que dans le travail consacré à l'étude du ganglion optique de la Libellule il nous avait fallu, pour la commodité des descriptions, supposer les coupes orientées par rapport aux plans de la tête et non par rapport aux plans du corps ; ici les mêmes difficultés ne se présentant plus, les coupes seront orientées par rapport aux plans généraux de l'animal. Ainsi, nous appellerons sagittales les coupes parallèles au plan médian, frontales, celles qui seront verticales et perpendiculaires sur ce dernier plan, latérales, celles qui seront horizontales et perpendiculaires sur ce même plan médian.

Il est inutile de m'arrêter à la bibliographie du sujet ; dans un travail précédent, j'ai donné un historique général des travaux consacrés à l'étude du ganglion optique des Insectes, je n'ai pas à y revenir ici, car, à ma connaissance du moins, personne avant moi (1) n'a étudié la structure de cet organe chez aucune larve de Diptère.

Pour permettre au lecteur de bien comprendre la forme et les rapports du disque imaginal de l'œil composé, du ganglion optique et du cerveau, il est nécessaire de rappeler l'aspect si particulier qu'offre chez les larves dont l'étude nous occupe, l'ensemble du système nerveux central : Tous les ganglions de la chaîne ventrale sont fusionnés en une masse sous-œsophagienne unique très courte. Le ganglion sus-œsophagien est réuni à celle-ci par des commissures œsophagiennes, grosses et courtes, aussi l'espace que limitent ces dernières et qui est

(1) Dans mon travail intitulé : *Recherches sur l'histologie des Insectes*, etc., j'ai, pour la première fois, entrepris l'étude du ganglion optique des larves de Diptères ; mais, à cette époque, beaucoup de faits intéressants et que je ferai connaître aujourd'hui m'avaient échappé.

réservé au passage du tube digestif est-il très étroit. Le ganglion sus-œsophagien peut être comme chez l'adulte décomposé en trois parties nettement distinctes. Ce sont : le cerveau proprement dit, situé sur la ligne médiane, et les deux ganglions optiques unis aux parties latérales de ce dernier.

Le cerveau proprement dit (fig. 3, *c*) est très petit chez les larves dont l'étude nous occupe, il se présente sous l'aspect d'une mince bandelette, plus étroite sur la partie médiane que sur les parties latérales. En bas, il se continue sans ligne de démarcation avec les commissures œsophagiennes; à droite et à gauche, il s'unit aux ganglions optiques (fig. 3).

Les ganglions optiques sont très volumineux; on peut dire, sans aucune exagération, qu'à eux deux ils représentent un volume au moins dix fois plus considérable que celui du cerveau. Chacun de ces organes a la forme d'un ovoïde rétréci en avant, élargi en arrière, et dont le grand axe serait, par conséquent, antéro-postérieur. Pour achever la description de la forme extérieure du ganglion optique, il nous reste à dire qu'il est assez fortement aplati latéralement, si bien qu'on peut lui considérer deux faces, l'une interne et l'autre externe.

Par sa face interne, au voisinage de son extrémité postérieure, le ganglion optique s'attache à la partie la plus externe du cerveau; par sa face externe, au voisinage de son extrémité antérieure, il donne naissance à un gros nerf désigné sous le nom de tige nerveuse (fig. 2 et 3, *tn*). Cette partie se dirige directement en avant pour pénétrer dans la cavité du disque imaginal (1) de l'œil composé du côté correspondant (fig. 1).

(1) La découverte des disques imaginaux des yeux et du rôle physiologique de ces parties est due à Schwammerdam (*Histoire naturelle des Insectes*, traduit du *Biblia naturæ*, in Collection Acad., Dijon, M.DCC.LVIII, t. IV).

L'inimitable observateur décrit de la manière suivante les centres nerveux de la larve de la Mouche Asile (*Stratiomys cameleo*) : « La structure du cerveau, de la moelle épinière et des nerfs est très remarquable; le cerveau est formé de deux parties globuleuses *aa* (pl. XXV, fig. VI) (ganglions optiques), placées au-dessus de l'œsophage; la moelle épinière est percée, vers son origine,

Pour mettre le lecteur à même de bien saisir les rapports que la tige nerveuse établit entre le ganglion optique et le disque imaginal, il est nécessaire de décrire ce dernier.

Le disque imaginal de l'œil composé (fig. 1) peut être comparé à un sac très élargi en arrière, et se terminant en avant par une extrémité effilée; il est situé immédiatement en avant du ganglion optique correspondant, dont il recouvre même un peu les faces supérieure et inférieure.

Le sac auquel nous comparons le disque imaginal est largement ouvert en arrière, c'est-à-dire du côté du ganglion; cette ouverture se continue sur sa face interne sous forme d'une fente étroite, laquelle s'étend jusqu'à l'extrémité antérieure.

Le disque imaginal de l'œil a la même structure fondamentale que les autres disques imaginaux.

La paroi de l'espèce de sac qu'il représente est double, c'est-à-dire formée par deux feuillets, séparés l'un de l'autre par une étroite cavité (fig. 1, *cp*), c'est la cavité provisoire. Le feuillet superficiel, très mince, est appelé à disparaître par la suite du développement, on le désigne sous le nom de feuillet provisoire (fig. 1, *fp*). Le feuillet profond formera, chez l'imago, la partie hypodermique du tégument correspondant au disque, aussi le désigne-t-on sous le nom d'exoderme (fig. 1, *exo* et *ex*).

Intérieurement, ce dernier est tapissé par une couche d'un tissu à substance fondamentale abondante, qui remplit plus ou moins complètement la cavité (fig. 1, *cd*) du disque; il est appelé à concourir à la formation des muscles, des nerfs, du tissus conjonctif de l'imago, aussi le désigne-t-on sous le nom de mésoderme.

Telle est la constitution commune à tous les disques imaginaux formateurs des téguments généraux. Les disques imagi-

d'un trou pour le canal alimentaire : on remarque antérieurement les parties membraneuses des yeux *cc* (disques imaginaux des yeux), avec les nerfs optiques (tiges nerveuses) : ces parties, qui doivent un jour servir aux usages de la Mouche, paraissent ici simplement ébauchées, toutes plissées et comme chiffonnées; elles se développent insensiblement et n'acquièrent leur état de perfection que dans la nymphe. »

naux des yeux ont la même constitution fondamentale, et nous n'avons pas lieu de nous en étonner, puisque l'anatomie comparée et l'embryologie sont là pour nous démontrer surabondamment que l'œil composé n'est qu'une région modifiée de l'hypoderme; toutefois, le disque imaginal se distingue par quelques particularités que je rappellerai brièvement (1).

L'exoderme est beaucoup plus épais dans sa partie qui double la face externe du disque imaginal et qui se trouve opposée à la fente que présente la face interne du disque, on désigne cette région épaissie sous le nom de région optogénique (fig. 1, *exo*). A la périphérie de celle-ci, c'est-à-dire au voisinage du bord de la fente interne et de la large ouverture postérieure que présente le disque, l'exoderme s'amincit, puis se continue sans ligne de démarcation tranchée avec le feuillet provisoire. Nous désignons sous le nom de région non optogénique la partie amincie de l'exoderme (fig. 1, *ex*), elle servira à former les téguments qui, chez l'adulte, circonscrivent l'œil composé.

Si nous examinons l'exoderme dans sa portion non optogénique, nous voyons qu'il est constitué comme dans un disque imaginal quelconque. En dehors, il est limité par une mince cuticule chitineuse; en dedans, par une délicate membrane anhiste, la membrane basale. Le tissu compris entre ces deux limitantes est constitué par une assise de très petites cellules fusiformes allongées, très serrées les unes contre les autres.

Dans sa portion optogénique, l'exoderme du disque a une structure assez différente de celle qu'on rencontre dans la région non optogénique, bien qu'il n'y ait pas de démarcation tranchée entre ces deux parties. Dans la région optogénique, l'exoderme est limité en dehors par une assez épaisse cuticule chitineuse, qui se continue avec la cuticule du reste de l'exoderme : c'est l'ébauche de la cornée à facettes; en dedans,

(1) Pour plus de détails, voir mon Mémoire intitulé : *Recherches sur l'histologie des Insectes et sur les phénomènes histologiques qui accompagnent le développement post-embryonnaire de ces animaux* (*Ann. sc. nat.*, 6ᵉ série).

il est limité par la membrane basale qui se continue avec la basale de la portion non optogénique. L'espace compris entre la cuticule et la basale est rempli par un tissu formé de deux couches bien distinctes : une externe, c'est la couche des cellules optogènes; une interne, c'est la couche des cellules choroïdiennes. Les cellules optogènes ont la forme d'un cylindre étroit et terminé par des extrémités coniques, elles sont très régulièrement disposées en palissades; chacune d'elles, par son extrémité externe, se met en contact avec la cuticule qui représente la cornée à facettes, et, par son extrémité interne, s'enfonce dans la couche des cellules choroïdiennes. L'étude du développement prouve que chaque cellule optogène est destinée à former un œil élémentaire, par suite de segmentations successives, c'est un fait aujourd'hui parfaitement établi, que je me contente de rappeler sans y insister davantage.

La région optogénique de l'exoderme est doublée par une couche d'un tissu spécial, qui remplace le mésoderme qu'on rencontre dans les disques imaginaux formateurs des téguments communs. Ce tissu est constitué par des fibres nerveuses très fines, entremêlées de quelques rares noyaux et que nous pouvons désigner dès maintenant sous le nom de fibres post-rétiniennes. Leur direction générale est antéro-postérieure; si nous les suivons en arrière sur une coupe latérale, nous voyons qu'elles se réunissent toutes en un gros paquet cylindrique qui sort du disque imaginal pour aller gagner la surface du ganglion optique, c'est la tige nerveuse (fig. 1, *tn*). La même préparation nous montrera que chacune de ces fibres s'enfonce dans la limitante interne de la région optogénique. L'étude de pièces dilacérées nous apprendra, en outre, que chaque fibre post-rétinienne, après avoir perforé la limitante de la région optogénique, vient s'unir à l'extrémité interne d'une cellule optogène.

En résumé, chez la larve l'œil composé est représenté par la région optogénique de l'exoderme du disque imaginal; chaque œil élémentaire n'est encore qu'une simple cellule (cellule optogène).

De l'extrémité interne de chaque cellule optogène part une fibre nerveuse (fibre post-rétinienne) qui se porte en dedans et perce la limitante de la région optogénique. Les fibres post-rétiniennes se dirigent en arrière en tapissant la face interne de la limitante; elles sortent enfin de la cavité du disque en se groupant en un faisceau connu sous le nom de tige nerveuse et qui va gagner le ganglion optique.

Si nous suivons plus loin le sort de ces conducteurs nerveux, nous remarquons qu'après avoir atteint la surface du ganglion, ils se dissocient de nouveau, pour s'enfoncer dans une région spéciale de celui-ci, que nous désignerons sous le nom de lame ganglionnaire.

Nous avons dit plus haut que des noyaux sont entremêlés aux fibres post-rétiniennes, il nous reste à dire quelques mots de la localisation de ceux-ci. Dans la tige nerveuse (fig. 1) les fibres post-rétiniennes sont très serrées les unes contre les autres, entre elles on ne trouve aucun espace vide ni aucun noyau; arrivées à la surface du ganglion où elles se dissocient pour s'enfoncer dans la lame ganglionnaire, elles sont écartées les unes des autres, mais on ne trouve entre elles rien qui ressemble à des noyaux. Dans la partie périphérique de la région optogénique du disque, les fibres post-rétiniennes sont très lâchement unies, les paquets qu'elles forment circonscrivent des espaces irréguliers en forme de fentes plus ou moins larges; dans ceux-ci on trouve une substance très finement granuleuse, du protoplasma probablement, dans lequel sont plongés quelques rares noyaux; rien ne peut nous faire supposer que ceux-ci appartiennent en propre aux conducteurs nerveux voisins.

Pour achever la description des fibres post-rétiniennes, il nous resterait à parler du tissu protecteur qui enveloppe extérieurement le faisceau qu'elles constituent. C'est un point que nous examinerons en décrivant les membranes d'enveloppe du ganglion optique.

Le ganglion optique dont plus haut nous avons examiné en gros la forme générale présente une structure intérieure extrê-

mement compliquée. Il se compose exactement des mêmes parties qne le ganglion optique de la Libellule, c'est-à-dire qu'on y trouve une lame ganglionnaire, un chiasma externe et un interne avec les centres ganglionnaires qui leur sont annexés. Tandis que chez l'insecte adulte toutes ces parties sont séparées et écartées l'une de l'autre et disposées sur une ligne qui s'étend de dedans en dehors du cerveau vers l'œil; chez la larve, elles sont conglomérées et emboîtées les unes dans les autres, de manière à donner au ganglion optique que leur réunion constitue, cette forme ovoïde que nous avons signalée plus haut.

Chez la larve d'*Eristalis*, le nerf optique affecte les mêmes rapports que chez la Libellule; il unit le ganglion optique au cerveau; mais, au lieu d'avoir comme chez cette dernière une longueur assez notable permettant de l'individualiser par la dissection, il est ici extrêmement court; ce sont là des détails sur lesquels nous reviendrons.

Le ganglion optique est formé des parties suivantes :

1° La lame ganglionnaire;

2° Le chiasma externe;

3° La masse médullaire externe et les centres ganglionnaires qui y sont annexés;

4° Le chiasma interne;

5° La masse médullaire interne et les centres ganglionnaires qui y sont annexés.

Nous les décrirons dans ce même ordre; nous ferons ensuite connaître les particularités de structure qu'offre le nerf optique.

Nous terminerons enfin ce travail en décrivant l'enveloppe protectrice du ganglion, ainsi que les parties ébauchées que celui-ci renferme et qui sont destinées à jouer un rôle important au moment de la métamorphose.

LA LAME GANGLIONNAIRE.

La lame ganglionnaire (fig. 1, 2, 3, 4, *lg*) peut, quant à sa forme générale, être très exactement comparée à un fer à cheval. Elle est encastrée dans la surface externe du ganglion optique; aussi, quand on examine extérieurement celui-ci (fig. 2), ne peut-on voir qu'une des faces de la lame. Étant donnée la forme de la lame ganglionnaire, on peut lui considérer deux branches, une supérieure et une inférieure; cette dernière est un peu plus longue que sa congénère, toutes deux se terminent en arrière, aussi le fer à cheval que représente la lame ganglionnaire a sa convexité tournée en avant. La forme et la situation de la lame expliquent parfaitement les différents aspects sous lesquels elle se montre, selon l'orientation des coupes et les régions dans lesquelles celles-ci ont été pratiquées.

Ainsi les coupes sagittales rencontrent ses deux branches et leur point de jonction. Les coupes latérales (fig. 1 et 4), menées au niveau du point de jonction des deux branches, se présentent sous l'aspect que nous avons représenté. Les sections frontales, pratiquées en arrière de ce même point, nous montreront la branche supérieure écartée de l'inférieure (fig. 5).

La lame ganglionnaire est séparée des parties voisines du ganglion, au milieu desquelles elle est encastrée, par deux sillons (fig. 2); l'un de ceux-ci, qui court tout le long de son bord concave, n'a qu'une faible profondeur; l'autre, au contraire très profond, limite son bord convexe suivant toute sa longueur. Ce dernier sillon est appelé à jouer un rôle important au moment de la métamorphose; nous aurons souvent à en parler, aussi le désignerons-nous sous un nom particulier, nous l'appellerons *sillon périlaminaire*.

Chez la larve de l'Eristalis, la structure de la lame ganglionnaire est très simple (fig. 4 et 5), bien plus simple que chez l'imago; elle comprend trois couches parfaitement distinctes : une externe, une moyenne et une interne.

La couche externe est de beaucoup la plus puissante des trois, elle forme à elle seule environ les huit dixièmes de l'épaisseur totale de la lame ; elle est formée par des cellules ganglionnaires unipolaires.

Celles-ci sont très petites, elles sont pourvues d'un protoplasma très peu abondant, si bien que, si l'on se contentait d'un examen rapide, on les prendrait pour de simples noyaux ; chacune d'elles émet un prolongement très fin qui se porte en dedans pour aller gagner la couche suivante. Ces éléments ganglionnaires ne sont point disséminés au hasard, ils sont disposés en files régulières dont la direction générale est perpendiculaire à la surface de la lame. Une étude superficielle peut faire croire que les éléments qui forment ces sortes de chapelets sont unis les uns aux autres par leurs prolongements, mais en réalité il n'en est rien, chaque grain de chapelet n'envoie pas son prolongement au grain suivant, mais bien directement à la couche moyenne.

Si j'insiste sur ce point, c'est que j'ai commis moi-même l'erreur que je signale en décrivant la lame ganglionnaire de la nymphe de la Mouche dans mon travail : *Sur l'histologie des Insectes*. J'y serais probablement encore retombé aujourd'hui, si mes recherches sur la Libellule, où ces dispositions sont bien plus commodes à observer, ne m'avaient mis en garde contre elle.

La couche moyenne de la lame ganglionnaire est très mince, elle est exclusivement formée de substance ponctuée et ne renferme aucun noyau dans son intérieur. Elle est traversée par de fines stries qui sont normales à ses surfaces. Même en l'observant avec un système optique puissant, en employant l'objectif F de Zeiss et en me servant du conducteur Abbe, je n'ai pu y découvrir que ce seul ordre de stries. Il est à remarquer que la couche moyenne n'est pas parallèle à la surface de la couche externe, elle est déprimée à sa partie moyenne, ce qui fait que sur une coupe frontale elle se présente comme un V dont la pointe serait dirigée vers l'intérieur du ganglion. Si cette dépression n'est pas visible extérieurement, c'est que la

couche ganglionnaire, plus épaisse à la partie moyenne que sur les bords, la comble complètement.

La couche interne mérite à peine d'être désignée sous ce nom ; c'est une simple assise de noyaux elliptiques disposés sur un seul rang et situés en dedans de la couche moyenne. Pourtant ils ne sont pas en contact immédiat avec celle-ci, mais séparés d'elle par un espace clair très étroit traversé par les fibres qui sortent de la couche moyenne pour aller former le chiasma externe.

Nous n'avons point encore parlé des rapports qui s'établissent entre les fibres post-rétiniennes et la lame ganglionnaire ; il est temps de le faire.

Les fibres post-rétiniennes, après leur sortie du disque imaginal des yeux, se groupent, ainsi que nous l'avons dit plus haut, en un gros faisceau décrit sous le nom de tige nerveuse ; celle-ci se porte en arrière, gagne l'extrémité antérieure du ganglion et perce le névrilemme de ce dernier au niveau de la partie la plus antérieure, ou, si l'on aime mieux, au niveau du sommet de la convexité du fer à cheval auquel nous comparions la lame ganglionnaire. Les fibres post-rétiniennes se dissocient alors pour se répandre à la surface de la lame ganglionnaire et y former ainsi une couche ; de distance en distance on les voit s'isoler de leurs voisines et s'enfoncer dans la lame. Ainsi le revêtement que les fibres post-rétiniennes forment à la surface de la lame est d'autant moins épais qu'on s'éloigne davantage du point où la tige nerveuse s'est dissociée. Les fibres post-rétiniennes s'enfoncent isolément dans la couche externe de la lame, elles s'insinuent entre les éléments cellulaires qui forment celles-ci et gagnent directement la couche moyenne. Elles paraissent être en nombre à peu près égal à celui des files de cellules unipolaires qui forment la couche externe ; généralement, en effet, entre chacune de ces files on trouve une fibre post-rétinienne.

La couche de substance ponctuée est, avons-nous dit, marquée de stries fines, chacune d'elles semble être simplement la continuation d'une fibre post-rétinienne.

Les fibres du chiasma externe sortent en dedans de la couche moyenne, ainsi que nous l'avons dit plus haut, chacune d'elles paraît continuer une strie et faire ainsi suite à une fibre post-rétinienne. Elles traversent l'étroit espace clair compris entre la couche moyenne et la couche interne, puis elles passent entre les noyaux qui forment celle-ci, pour quitter définitivement la lame ganglionnaire.

Chiasma externe (fig. 1, 4, 5, *che*). — Les fibres que nous venons de voir quitter la lame ganglionnaire s'entre-croisent aussitôt, forment ainsi le chiasma externe et vont gagner la masse médullaire externe. Les meilleures préparations pour se rendre un compte exact du mode d'entre-croisement sont les coupes frontales (fig. 5), intéressant à la fois les deux branches de la lame ganglionnaire. On y reconnaît qu'à un même niveau les fibres nées du bord convexe de la lame s'entre-croisent avec celles qui tirent leur origine du bord concave; aussi le lieu où se fait l'entre-croisement est-il une ligne située en dedans de la lame ganglionnaire et courbée en fer à cheval de manière à être toujours parallèle à la surface de cette dernière. Les fibres du chiasma externe sont extrêmement fines et dépourvues de noyaux leur appartenant en propre. En réalité, sur toute la ligne courbe que nous avons signalée comme étant le lieu d'entre-croisement des conducteurs nerveux, on trouve un amas de noyaux, mais il ne me paraît pas qu'ils aient de relations intimes avec les éléments nerveux. Quoi qu'il en soit, les noyaux en question sont faciles à reconnaître à leur taille volumineuse, à leur forme sphérique et au peu d'abondance de leur chromatine. Ils ne sont pas très nombreux; une section frontale n'en rencontre jamais plus de quatre ou cinq.

Il nous serait difficile de faire dès maintenant comprendre la forme et les rapports de la portion du chiasma située au delà de l'entre-croisement, c'est un point sur lequel nous reviendrons en décrivant la masse médullaire externe.

Masse médullaire externe (fig. 1, 4 et 5, *me*). — Le chiasma

externe est complètement caché à l'intérieur du ganglion optique; il en est de même de la masse médullaire externe, mais celle-ci est encore plus profondément enfoncée au sein du ganglion dont elle constitue comme le noyau central.

La masse médullaire externe se présente comme une grande lame verticalement disposée, dont la surface externe serait fortement concave et sa surface interne fortement convexe.

Ses bords antérieur, supérieur et inférieur sont convexes et régulièrement arrondis; son bord postérieur, beaucoup moins étendu, est concave; en un mot son contour projeté sur le plan médian se dessinerait comme le profil d'un large croissant.

Pour achever de faire connaître la forme de la masse médullaire, nous dirons qu'elle est plus épaisse en arrière qu'en avant.

La partie dont la description nous occupe est exclusivement formée de substance ponctuée, elle ne renferme pas un seul noyau. Quand on examine son tissu avec la lumière oblique que fournit un bon condensateur, on remarque qu'il présente deux systèmes de stries : les premières sont normales par rapport aux surfaces de la masse médullaire et vont de l'une à l'autre, les secondes sont parallèles aux surfaces et coupent par conséquent les premières à angle droit. Les stries du premier système sont de beaucoup les plus accentuées.

Dans la masse médullaire externe, on peut sans difficulté distinguer trois zones, une interne sous-jacente à la face interne convexe, une moyenne et une externe.

Dans la zone interne qui est à elle seule aussi épaisse que les deux autres, la striation parallèle aux faces est à peine marquée; les stries perpendiculaires aux faces y sont au contraire très larges et très fortement accusées.

Dans la zone moyenne, les stries parallèles aux faces masquent presque complètement les autres; enfin, dans la zone externe, les deux systèmes de stries sont presque également développés.

Par toute sa face convexe ou interne, la masse médullaire

reçoit les fibres du chiasma externe, par toute sa face concave, celles du chiasma interne.

Occupons-nous d'abord des rapports qui s'établissent entre la masse médullaire et les fibres du premier chiasma; ils seront faciles à saisir si nous remarquons que le bord convexe de la masse médullaire est parallèle à la lame ganglionnaire, parallèle par conséquent à la ligne courbe sur laquelle se fait l'entre-croisement des fibres du chiasma. Il nous suffira de dire que celles-ci, après leur entre-croisement, gagnent immédiatement la face convexe de la masse médullaire, s'y répandent en formant ainsi sur toute son étendue une couche peu épaisse, puis chacune d'elles s'y enfonce pour disparaître dans l'épaisseur de la substance ponctuée.

Nous réservons au paragraphe consacré à l'étude du chiasma interne la description des rapports que ce dernier affecte avec la masse médullaire externe.

Centres nerveux annexés à la masse médullaire externe. — Deux groupes ganglionnaires très distincts envoient des prolongements à la masse médullaire externe. Le premier représente à la fois la couronne ganglionnaire et le ganglion en coin de l'adulte. Il faudra peut-être par la suite créer un nom particulier pour désigner cette partie; en attendant, je la désignerai simplement sous le nom de *masse ganglionnaire interne*, pour rappeler simplement la position qu'elle occupe par rapport à la masse médullaire.

La seconde masse ganglionnaire, qui persiste également chez l'adulte, mais sans subir, au moment de la métamorphose, d'aussi importantes modifications, s'unit par les prolongements auxquels ses cellules donnent naissance avec le bord de la masse médullaire, aussi la désignerons-nous sous le nom de *masse ganglionnaire marginale*.

La masse ganglionnaire interne est très volumineuse, elle constitue même, au point de vue des dimensions, la plus importante des parties qui entrent dans la constitution du ganglion optique. Elle forme (fig. 2 et 3, *gi*), sur toute la surface

externe convexe de la masse médullaire externe, un revêtement très épais; elle recouvre également le bord concave de cette dernière. La masse ganglionnaire participe de la forme de la masse médullaire qu'elle revêt. Aussi, la voyons-nous constituer en arrière deux protubérances répondant aux deux cornes que cette dernière présente à sa partie postérieure.

Par celle de ses faces qui n'est point en contact avec la masse médullaire, la masse ganglionnaire est entièrement superficielle. Elle forme à elle seule la face interne du ganglion, ses bords antérieur, supérieur et inférieur, les parties supérieure et inférieure de son bord postérieur (fig. 2 et 3, *gi*). Aussi, si nous examinons la face externe du ganglion, remarquons-nous que celle-ci se trouve limitée de toute part, excepté sur un point situé immédiatement en arrière, par la masse ganglionnaire externe. Ainsi, la lame ganglionnaire se trouve en contact par tout son bord convexe avec cette dernière; mais on remarque qu'un sillon très profond sépare nettement ces deux parties : c'est le sillon périlaminaire (fig. 2, *spl*), sur l'étude duquel nous reviendrons plus loin.

La masse ganglionnaire, dont l'étude nous occupe, est entièrement formée de petites cellules nerveuses, unipolaires, à protoplasma très peu développé par rapport au noyau; ces éléments ressemblent tout à fait, et comme taille et comme aspect général, à ceux qui constituent la première couche de la lame ganglionnaire.

Dans la région tout à fait postérieure de la masse ganglionnaire, ces éléments deviennent un peu plus gros et un peu plus riches en protoplasma.

La masse ganglionnaire (fig. 1, 4 et 5, *gi*) revêt, avons-nous dit, la face convexe de la masse médullaire externe; elle n'est, toutefois, pas en contact immédiat avec celle-ci, elle en est séparée par la mince couche que forment sur cette dernière les fibres du chiasma externe. Les cellules de la masse ganglionnaire émettent chacune un prolongement, qui se porte vers la masse médullaire, en suivant une direction normale à la surface de celle-ci. Ces prolongements s'insinuent entre

les fibres du chiasma en croisant perpendiculairement leur direction et s'enfoncent dans la substance ponctuée. En arrière, les prolongements émis par les cellules nerveuses sont très courts; en avant, ils sont, au contraire, très longs. Il en résulte que, dans la partie postérieure, ces éléments sont en contact presque immédiat avec les fibres du chiasma, tandis qu'en avant ils en sont séparés par un large espace entièrement rempli par leurs prolongements.

La masse ganglionnaire marginale (fig. 1, 2, 3, 4, 5, *gm*) est une partie beaucoup moins volumineuse que celle que nous venons de décrire; elle revêt tout le bord convexe de la masse médullaire externe, et a par conséquent, comme cette dernière, la forme d'un fer à cheval, dont l'extrémité serait tournée en avant et les branches en arrière.

On peut donc considérer, à la partie qui nous occupe, un bord concave, un bord convexe, une face externe et une face interne.

Par toute sa face interne, la masse ganglionnaire marginale est en contact avec le bord convexe de la masse médullaire externe; par toute sa face externe, elle est superficielle et visible à la surface externe du ganglion optique. Le bord convexe de la masse marginale est, par toute son étendue, en rapport avec le bord concave de la lame ganglionnaire dont il est seulement séparé par un sillon peu profond. Par son bord concave, elle est en contact immédiat avec la masse ganglionnaire annexée à la capsule externe de la masse médullaire interne.

Ainsi, la masse marginale a exactement la même forme que la lame ganglionnaire et est complètement embrassée par la concavité de celle-ci.

La masse marginale est composée de petites cellules nerveuses unipolaires, en tout semblables à celles qui forment la masse ganglionnaire interne. Les prolongements auxquels elles donnent naissance vont tous se jeter dans la masse médullaire externe, qu'elles atteignent le long de son bord convexe. Ces prolongements, après avoir pénétré dans la substance ponctuée, parcourent celle-ci parallèlement aux sur-

faces de la masse médullaire et s'y montrent sous l'apparence de stries.

Chiasma interne (fig. 1, 4, 5, *chi*). — La masse médullaire externe est réunie à l'interne d'abord par le chiasma interne dont les fibres naissent de sa face concave, et en outre par deux gros faisceaux qui naissent de son bord postérieur. Nous nous occuperons d'abord du premier de ces moyens d'union.

Les fibres du chiasma interne sortent de toute la surface concave de la masse médullaire ; celles qui naissent de la partie antérieure se portent en arrière, celles qui naissent de la partie postérieure se portent en avant.

Il en résulte un entre-croisement complet. Comme celui-ci se produit sous un angle très aigu et ne s'effectue pas pour toutes les fibres à une même distance du point d'origine, on ne parvient à le mettre en évidence qu'en employant un objectif puissant, F. de Zeiss, et en faisant usage de l'éclairage oblique fourni par un condensateur.

Les fibres du chiasma se réunissent pour former un paquet très aplati qui se montre comme une véritable lame. Cette lame qui représente l'ensemble des fibres du chiasma est verticale et comprise dans un plan antéro-postérieur, un peu oblique de dedans en dehors. La lame à laquelle nous comparons le chiasma est large dans la partie immédiatement voisine de la masse externe; en arrière elle s'amincit rapidement, s'enfonce dans l'angle dièdre formé par les deux capsules constitutives de la masse interne et se termine en mourant au sommet de cet angle.

A l'intérieur même du chiasma, à quelque distance de la masse externe, on trouve une accumulation de noyaux et de cellules disposés entre les fibres sur un plan parallèle à la masse externe. Plus loin, nous décrirons en détail ces éléments et nous discuterons leur nature ; disons qu'ils n'appartiennent pas aux fibres du chiasma, celles-ci sont complètement dépourvues de noyaux qui leur soient propres.

Masse médullaire interne (fig. 1, 4, 5, *mi*). — La masse médullaire interne reçoit les fibres du chiasma et donne naissance au nerf optique. Elle peut être, quant à sa forme, comparée à une lentille très peu bombée; elle occupe un plan antéro-postérieur et est presque tout entière logée dans la concavité de la masse médullaire externe, elle est par conséquent située en dehors de cette dernière.

La masse que nous décrivons est presque entièrement divisée en deux moitiés par une fente très profonde; celle-ci répond au plan principal de la lentille à laquelle nous avons comparé la masse interne. Cette fente loge le chiasma interne, sur la forme duquel elle se moule exactement. Nous désignerons sous le nom de *capsule externe* la portion de la masse médullaire qui limite la fente en dehors; nous appellerons *capsule interne* celle qui, au contraire, limite la fente en dedans.

La capsule externe (fig. 4 et 5, *ce*) représente à peu près la moitié de la masse interne, aussi a-t-elle la forme d'une demi-lentille. En dehors elle est convexe, en dedans elle est sensiblement plane, elle forme la paroi externe de la fente et se trouve sur toute son étendue en rapport avec le chiasma qui remplit cette dernière. En haut, en avant et en bas, tout son bord, qui est mince et régulièrement arrondi, vient se mettre en contact presque immédiat avec le bord convexe de la masse médullaire externe. Ainsi la concavité de cette dernière se trouve presque entièrement comblée par la masse interne; on se rend bien compte de cette disposition sur les coupes latérales (fig. 4), mais peut-être la saisit-on encore mieux sur les frontales.

Une section frontale (fig. 6), en effet, nous montre la masse externe comme un arc de cercle et la balle externe comme une corde sous-tendant cet arc. En arrière la capsule externe s'unit à la balle interne sur un espace assez peu étendu répondant à l'origine du nerf optique.

La capsule interne (fig. 3 et 5, *ci*) est beaucoup plus massive que l'externe bien qu'ayant une forme analogue; en arrière elle s'unit à cette dernière ainsi que nous venons de le dire.

Bien que son diamètre soit plus petit que celui de sa congénère, elle va pourtant par son bord convexe se mettre presque en contact avec la face concave de la masse externe. On se rend facilement compte de ces rapports en comparant les coupes frontales et latérales.

Par sa face interne et par ses parties postérieures, la capsule interne donne naissance au nerf optique. Sa face externe presque plane limite la fente qui loge le chiasma et se trouve en contact immédiat avec les fibres de ce dernier.

Ainsi le chiasma se trouve complètement renfermé dans la grande fente qui sépare l'une de l'autre les deux capsules qui constituent la masse médullaire interne. Il est facile de voir (fig. 4) que par toute l'étendue de sa surface externe la capsule interne reçoit des fibres du chiasma qui s'enfoncent dans sa substance pour y disparaître bientôt.

La surface interne de la balle externe paraît en recevoir aussi, toutefois je ne veux en aucune manière être affirmatif sur ce point. Cette balle est en effet si étroitement appliquée contre le chiasma, qu'il est difficile de décider si elle entre ou n'entre pas en connexion physiologique avec les fibres qui constituent ce dernier.

Connexions directes entre la masse médullaire externe et la masse médullaire interne. — Ces deux parties sont réunies l'une à l'autre non seulement par le chiasma, mais encore par deux gros faisceaux dont la marche est directe, c'est-à-dire qui ne présentent sur leur trajet rien qui ressemble à un entre-croisement. Ces deux faisceaux, qui sont très rapprochés et situés immédiatement l'un au-dessus de l'autre, naissent non point de la surface de la masse médullaire externe, comme cela a lieu pour les fibres du chiasma interne, mais de la partie inférieure du bord postérieur de cette dernière; ce bord présente partout, ainsi que le montrent les figures, une épaisseur assez considérable.

Les deux faisceaux nés de la sorte contournent la face interne de la capsule interne pour aller, après un court trajet,

se jeter dans la partie postérieure de celle-ci. Ils sont tous deux situés sur un plan bien inférieur à celui qui renferme le nerf optique.

Structure de la masse médullaire interne et connexions des deux capsules qui la composent (fig. 2 et 5). — Les deux capsules qui, par leur ensemble, constituent la masse interne, se fusionnent intimement l'une avec l'autre en arrière de la fente, mais cette fusion n'a lieu que sur un espace assez restreint répondant au lieu d'origine du nerf optique.

En outre, les deux capsules sont unies l'une à l'autre par un grand nombre de très fines fibrilles qui vont de l'une à l'autre en traversant la fente de part en part; ces conducteurs nerveux s'insinuent par conséquent entre les fibres du chiasma dont elles croisent la direction.

La substance ponctuée qui constitue la masse médullaire interne ne renferme pas un seul noyau dans son épaisseur, sa structure est beaucoup plus homogène que dans la masse médullaire externe. Pourtant, quand on l'étudie avec un objectif très puissant, on découvre dans l'une et l'autre des stries très fines perpendiculaires à la direction des fibres du chiasma; on s'assure facilement que ces stries ne sont autre chose que la continuation des fibrilles qui traversent la fente pour réunir les balles l'une à l'autre, et dont nous avons parlé un peu plus haut.

Nerf optique. — Avant de passer à la description des centres ganglionnaires annexés à la face interne, nous étudierons le nerf optique; il nous sera ensuite plus aisé de faire connaître les dispositions que présentent ceux-ci. Chez les larves qui sont l'objet de ce travail, le nerf optique est extrêmement court; il est, en outre, de toute part revêtu par les masses ganglionnaires annexées tant au cerveau qu'aux masses médullaires interne et externe du ganglion optique. Ainsi que cela a lieu chez la Libellule, le nerf optique est composé de deux faisceaux parfaitement distincts, ayant une ori-

gine et une terminaison différentes ; l'un est supérieur et l'autre inférieur.

Le faisceau supérieur du nerf optique est beaucoup plus grêle que le faisceau inférieur ; en revanche, son trajet est plus long que celui de ce dernier, il se présente sous l'aspect d'un petit cordon cylindrique. Il naît de la partie supérieure de la face interne de la capsule interne, se porte immédiatement en dedans et va se terminer dans la partie supérieure de la face antérieure du cerveau, à peu de distance de la ligne médiane.

Le faisceau inférieur (fig. 4, *no*), qui est complètement séparé du supérieur, est situé beaucoup plus bas et plus en arrière que ce dernier. Il est, en outre, beaucoup plus volumineux et si court qu'on lui refuserait le nom de nerf pour le considérer seulement comme une courte commissure unissant le ganglion au cerveau, si l'anatomie comparée n'était pas là pour nous démontrer avec la plus complète évidence qu'il est bien l'homologue de l'un des deux faisceaux qui entrent dans la constitution de ce que tout le monde appelle nerf optique chez la Libellule.

Le faisceau inférieur tire son origine de l'une et de l'autre capsule au niveau de la partie moyenne de leur bord postérieur; il se porte directement en arrière pour atteindre presque immédiatement la partie moyenne du bord latéral du cerveau.

Le nerf optique, dans l'un et l'autre de ces faisceaux, paraît composé de ces très fines fibrilles ne renfermant entre elles aucun noyau.

Centres nerveux annexés à la masse médullaire interne. — La masse médullaire interne reçoit les prolongements nerveux que lui envoient d'importantes masses ganglionnaires. L'une de celles-ci est annexée à la capsule externe, l'autre à la capsule interne. La masse ganglionnaire annexée à la capsule externe constitue une épaisse écorce recouvrant la surface externe de celle-ci ; en dehors elle est superficielle, c'est-à-dire

concourt à former la surface du ganglion. Aussi peut-on la voir si on examine la face externe du ganglion (fig. 2, *gce*) ; elle se montre enchâssée par la concavité de la masse ganglionnaire marginale annexée à la masse médullaire externe ; plus en arrière, elle est limitée par les deux grosses protubérances que forme en haut et en bas la grande masse ganglionnaire interne annexée à la masse médullaire externe.

La masse ganglionnaire (fig. 1, 4, 5, *gce*) dont l'étude nous occupe n'est pas intimement appliquée contre la surface de la capsule externe, elle en est séparée par une étroite lacune. Les cellules nerveuses qui entrent dans sa constitution sont toutes de petits éléments unipolaires, les prolongements auxquels ils donnent naissance traversent isolément la lacune dont il vient d'être fait mention pour gagner la surface de la capsule. Dans la partie inférieure, un certain nombre de ceux-ci se groupent en un gros faisceau qui s'enfonce dans la partie inférieure du bord postérieur de la capsule.

La masse ganglionnaire annexée à la capsule interne est tout entière située au-dessous du nerf optique, qui la limite en haut. En bas et en arrière, elle est superficielle ; en dehors, elle est limitée par la masse ganglionnaire annexée à la capsule externe ; en dedans, par les parties latérales du cerveau.

En bas, la masse ganglionnaire que nous décrivons est formée de petits éléments unipolaires à protoplasma très réduit ; plus haut, elle renferme exclusivement des cellules très grandes, qui même en quelques points sont vraiment gigantesques. L'amas que forment celles-ci est divisé en lobules irréguliers par des cloisons conjonctives ; de chacun de ceux-ci part un paquet de prolongements qui se rend à la capsule interne, en abordant toujours celle-ci au-dessous des points d'origine du nerf optique.

Membranes d'enveloppe du ganglion et de la tige nerveuse. — Le ganglion optique est revêtu (fig. 4 et 5) d'une enveloppe protectrice qui n'est autre que la continuation du névrilème qui recouvre le cerveau et la chaîne ganglionnaire. Cette

enveloppe est double, c'est-à-dire formée de deux feuillets distincts, l'un superficiel et l'autre profond. L'une et l'autre se montrent comme une mince membrane anhiste, à la surface de laquelle sont appliquées des cellules plates, pauvres en protoplasma, mais possédant un noyau assez volumineux. Ces cellules revêtent la face interne du feuillet superficiel et la face externe du feuillet profond.

Les feuillets dont nous venons d'indiquer la structure sont, en certains points, intimement appliqués l'un contre l'autre, mais, en beaucoup de places, ils s'écartent pour laisser entre eux de vastes lacunes. Dans celles-ci, nous trouvons des éléments migrateurs se montrant sous la forme de cellules amiboïdes, et, sur certains points, comme un véritable tissu formé de cellules pressées les unes contre les autres, c'est un détail sur lequel nous reviendrons tout à l'heure. Examinons tout d'abord la manière d'être du névrilème au niveau de la tige nerveuse (fig. 1).

Les deux feuillets du névrilème se continuent sur la tige nerveuse et lui forment un revêtement. En dehors, le feuillet externe se termine brusquement en s'unissant à la cuticule qui revêt le feuillet provisoire du disque, en dedans, il s'étend beaucoup plus loin et recouvre toute la surface libre du mésoderme; mais là, il paraît avoir perdu les cellules plates qui tapissaient sa face interne, il se montre seulement comme une épaisse cuticule. Le feuillet interne recouvre aussi la tige, mais il s'amincit et disparaît avant d'avoir atteint le niveau du disque imaginal.

A la surface du ganglion optique, dans le voisinage de la tige, l'espace compris entre les deux feuillets, au lieu de renfermer comme ailleurs, seulement quelques éléments migrateurs, est rempli de cellules fusiformes serrées les unes contre les autres; la couche que forme celles-ci se continue sur la tige nerveuse et sur le mésoderme, et va en s'atténuant d'arrière en avant. En dedans, cette couche de cellules se montre située à la surface du mésoderme, entre la masse des fibres de celui-ci et le feuillet externe du disque. En dehors, elle

tapisse la face interne de la limitante de la région optogénique du disque ; là, ses éléments laissent passer entre eux les fibres qui se rendent aux cellules optogènes.

Ébauches renfermées dans le ganglion optique. — Le ganglion optique renferme des parties ébauchées, ou pour mieux dire, non encore différenciées et qui sont destinées à prendre un grand accroissement au moment de la métamorphose, et destinées probablement à former des organes propres à l'imago. Ces parties ébauchées sont au nombre de deux, nous désignerons la première sous le nom de *bourrelet périlaminaire*, la seconde sous celui de *bourrelet intraganglionnaire*, noms qui ont l'avantage de désigner leurs principaux rapports sans préjuger d'aucune signification morphologique.

Le *bourrelet périlaminaire* (fig. 1, 4, 5, 6, *pl*) se présente sous l'aspect d'une couche épithéliale revêtant les parois du sillon périlaminaire et comblant presque complètement la cavité de celui-ci.

Par sa face profonde, il se trouve donc en rapport d'une part avec le bord convexe de la lame ganglionnaire, d'autre part avec la masse ganglionnaire interne ; c'est, on s'en souvient, au contact de ces deux parties que se trouve le sillon périlaminaire. La face libre du bourrelet est revêtue par le feuillet interne du névrilème. Si nous examinons le bourrelet sur une coupe mince, les sections frontales (fig. 5) sont surtout favorables, nous reconnaissons aussitôt que celui-ci est une formation épithéliale. Il est en dedans et en dehors limité par une basale ; entre ces deux membranes amorphes, nous trouvons des cellules fusiformes disposées sur un seul rang. Par chacune de leurs extrémités, elles s'appuient sur une des basales. Leurs noyaux ne sont point tous placés à une même hauteur, mais alternent, ce qui provient probablement de la pression que ces éléments exercent les uns sur les autres Le protoplasma des cellules dont l'étude nous occupe est peu abondant et se teint beaucoup plus fortement que le protoplasma des cellules nerveuses, ce qui fait que même

à un faible grossissement le bourrelet se distingue au premier coup d'œil des parties voisines.

Le bourrelet périlaminaire revêt, comme nous l'avons dit, les parois du sillon périlaminaire, il se présente par conséquent comme celui-ci sous forme d'un fer à cheval embrassant la convexité de la lame ganglionnaire. Sa branche supérieure se termine en s'atténuant au niveau même de l'extrémité de la branche supérieure de la lame ganglionnaire.

Sa branche inférieure se prolonge en arrière, au delà de la branche inférieure de la lame et s'étale pour combler une dépression large et peu profonde creusée aux dépens de la masse ganglionnaire interne et faisant directement suite au sillon périlaminaire.

Le *bourrelet intraganglionnaire* a un trajet bien plus compliqué; nous lui donnons le nom d'intraganglionnaire parce que dans sa plus grande étendue il est situé à l'intérieur même du ganglion; pourtant une de ses parties est superficielle et c'est celle-ci que nous décrirons d'abord.

Quand sur un modèle en relief tel que celui que représente la figure 2, on examine la face externe du ganglion optique, on remarque, à peu près sur la ligne prolongée de la tige nerveuse entre les deux cornes que forme la masse ganglionnaire interne, une dépression assez forte du fond de laquelle se soulèvent des crêtes et des replis saillants. Cette dépression se trouve située au point de contact de la masse ganglionnaire annexée à la capsule externe de la masse médullaire interne et de la masse ganglionnaire annexée à la capsule interne de cette même masse médullaire.

Si nous examinons (fig. 1) sur des coupes la dépression que je viens de mentionner, nous voyons qu'elle est entièrement revêtue par un véritable épithélium; sur les crêtes qui s'élèvent du fond de la dépression celui-ci se présente tout à fait avec les caractères du tissu constitutif du bourrelet périlaminaire. Mais en différents points, au fond des replis qui séparent les crêtes, ses éléments sont en voie de multiplication; là, en effet, entre les deux basales, on ne trouve plus qu'une masse de

protoplasma qui paraît indivis et au sein de celui-ci une quantité considérable de très petits noyaux. De ces régions où l'épithélium est en voie de prolifération, on passe sans transition aux points où il a sa forme achevée.

La lame épithéliale dont nous venons de donner la description s'enfonce en l'un de ces points à l'intérieur même du ganglion sous forme d'un boudin cylindrique (fig. 1). Celui-ci s'insinue entre la masse ganglionnaire annexée à la capsule interne et la masse ganglionnaire annexée à la capsule externe et marche horizontalement de dehors en dedans, dans un plan inférieur à celui qui comprend le nerf optique. Arrivé au-dessous du nerf, il se porte directement en haut, puis passe en dedans du nerf optique dont il revêt la face interne. Il se porte alors en dehors en embrassant la face supérieure du nerf et se termine brusquement en se recourbant un peu en bas. Examiné sur des coupes minces, le boudin se montre formé par de petites cellules épithéliales fortement pressées et entassées les unes sur les autres.

Par toute sa portion qui monte verticalement en dedans du nerf optique, le boudin s'étale (fig. 4 et 5) en une lame mince qui s'étend en haut, en bas et surtout en avant. Cette lame revêt toute la face interne de la capsule interne et se prolonge à l'intérieur du chiasma interne en restant toujours parallèle à la face concave de la masse médullaire externe.

Si nous examinons cette lame à partir de son point d'origine pour la suivre jusqu'à son bord terminal, qui vient presque en contact du bord de la masse médullaire externe, nous remarquons qu'elle va toujours en s'amincissant. Dans la portion de son trajet où elle se trouve en contact avec la capsule interne, elle est épaisse et formée par plusieurs couches de cellules entassées. Dans le chiasma interne, elle est réduite à un seul rang d'éléments, et ceux-ci sont écartés les uns des autres pour laisser passage aux fibres nerveuses.

A l'intérieur du chiasma, dans l'espace compris entre la lame que nous venons de décrire et la face concave de la masse

médullaire externe, nous trouvons quelques très gros noyaux arrondis ou ovalaires.

Ils ont un aspect tout à fait identique aux gros noyaux qu'on rencontre au point d'entre-croisement des fibres du chiasma externe. Je ne suis pas fixé sur leur signification, je ne sais s'il faut les considérer comme appartenant à la lame ou comme des formations indépendantes de celles-ci.

CONCLUSIONS.

1° L'appareil visuel si compliqué de l'Insecte adulte existe dans toutes ses parties chez la larve et fonctionne déjà ; seulement il n'est encore que peu développé et entièrement caché au-dessous des muscles et des téguments.

2° L'appareil visuel de la larve comprend trois parties principales : le disque imaginal de l'œil composé, la tige nerveuse et le ganglion optique (fig. 1).

3° Le disque imaginal de l'œil (fig. 1) est essentiellement constitué comme les disques imaginaux communs ; il présente un feuillet provisoire appelé à disparaître au moment de la métamorphose, un exoderme et un mésoderme.

On peut distinguer dans l'exoderme deux régions, une région optogénique (fig. 1, *exo*) et une région non optogénique (fig. 1, *exo*). La première de celles-ci renferme de grandes cellules fusiformes régulièrement disposées et destinées à former chacune un œil élémentaire, ce sont les cellules optogènes. De chacune d'elles part un conducteur nerveux (fibre post-rétinienne). Les fibres post-rétiniennes percent la basale ou limitante interne de la région optogénique, se dirigent en arrière en formant à la surface de celle-ci un revêtement épais ; morphologiquement comparables au mésoderme des disques ordinaires, elles se groupent ensuite en un faisceau cylindrique (fig. 1, *tn*) (tige nerveuse) qui atteint le ganglion optique.

4° Le ganglion optique est interposé à la tige nerveuse et au nerf optique. Il est formé des mêmes parties essentielles qu'on

trouve chez l'imago; ce sont: la lame ganglionnaire, le chiasma externe, la masse médullaire externe et les centres ganglionnaires annexés à cette masse, le chiasma interne, la masse médullaire interne et les centres ganglionnaires dépendant de cette dernière.

Tandis que chez l'adulte toutes ces parties sont écartées l'une de l'autre, chez la larve elles sont serrées et emboîtées l'une dans l'autre, si bien que le ganglion a alors l'aspect d'une masse globuleuse (fig. 2 et 3).

5° La lame ganglionnaire a l'aspect d'une lame étroite recourbée comme un fer à cheval à convexité antérieure (fig. 2, *lg*). Elle est complètement encastrée dans la surface externe du ganglion optique. Elle comprend trois couches (fig. 4 et 5) : la couche moyenne est formée exclusivement de substance ponctuée, l'interne est représentée seulement par une assise de noyaux, l'externe est constituée par des cellules ganglionnaires unipolaires groupées en chapelets; les prolongements de ces cellules s'enfoncent dans la couche moyenne. La tige nerveuse, après avoir atteint le ganglion optique, dissocie ses fibres, qui se répandent à la surface de la lame ganglionnaire; ces dernières s'enfoncent entre les éléments de la couche externe et pénètrent dans la couche moyenne, d'où elles ressortent pour former le chiasma externe.

6° La masse médullaire externe (fig. 1, 4, 5, *me*) se présente sous l'aspect d'une épaisse calotte, concave en dehors, convexe en dedans; par sa face convexe, elle reçoit les fibres du chiasma externe (fig. 1, 4, 5, *che*).

7° A la masse médullaire externe sont annexés deux groupes de cellules nerveuses. Le premier, qui représente à la fois la couronne ganglionnaire et le ganglion en coin de l'imago, est désigné par nous sous le nom de masse ganglionnaire interne; le second mérite la dénomination de masse ganglionnaire marginale.

La masse ganglionnaire interne (fig. 1, 2, 3, 4, 5, *gi*) revêt toute la surface concave de la masse médullaire; c'est elle qui constitue la face interne du ganglion, elle environne de

toutes parts le bord convexe de la lame ganglionnaire. Elle est formée de petits éléments unipolaires dont les prolongements s'enfoncent dans la surface convexe de la masse médullaire en s'insinuant entre les fibres du chiasma externe.

La masse marginale (fig. 1, 2, 3, 4, 5, *gm*), elle aussi superficielle, envoie ses prolongements au bord de la masse médullaire externe qu'elle recouvre complètement; elle a la forme d'un fer à cheval et sa convexité est embrassée par la concavité de la lame ganglionnaire.

8° De toute la surface concave de la masse médullaire externe naissent des fibres qui s'entre-croisent et forment le chiasma interne (fig. 1, 4, 5, *chi*).

9° La masse médullaire interne formée comme l'externe par de la substance ponctuée est presque entièrement logée dans la concavité de la masse externe. Elle est formée de deux capsules, l'une interne (fig. 4 et 5, *ci*) et l'autre externe (fig. 4 et 5, *ce*), intimement unies seulement en arrière, en avant écartées de manière à limiter une large fente dans laquelle se loge et se termine le chiasma interne.

10° La masse médullaire interne est unie à l'externe non seulement par le chiasma, mais encore par deux paquets de fibres qui ne subissent pas d'entre-croisement; ils partent du bord postérieur de la masse externe et se rendent à la capsule interne.

11° Le nerf optique qui tire son origine des deux capsules constitutives de la masse interne est très court et entièrement caché, tant par les masses ganglionnaires qui revêtent le ganglion que par celles qui recouvrent le cerveau. Il est formé de deux faisceaux parfaitement distincts, l'un supérieur qui se rend à la région antérieure du cerveau, l'autre inférieur qui gagne les parties latérales de celui-ci (fig. 4, *no*).

12° En résumé, le ganglion optique est chez la larve constitué des mêmes parties essentielles que chez l'imago, à cette différence près que ces parties au lieu d'être écartées et disjointes sont agglomérées et encastrées l'une dans l'autre, de telle manière que les masses médullaires et les chiasmas soient

groupés au centre et que les masses ganglionnaires soient toutes repoussées à la périphérie de manière à former l'écorce du ganglion.

13° Le ganglion optique est revêtu d'un double névrilème qui n'est qu'une continuation de l'enveloppe du cerveau.

Entre ce névrilème et le tissu nerveux du ganglion, on trouve des parties ébauchées de nature épithéliale et appelées probablement à jouer un rôle important au moment de la métamorphose. Ce sont le bourrelet périlaminaire et le bourrelet intraganglionnaire. Le premier (fig. 4 et 5, *bpl*) est une bande épithéliale remplissant un sillon profond (fig. 2, *pl*) creusé à la surface du ganglion tout autour du bord convexe de la lame ganglionnaire. Le second (fig. 1, 4, 5, *bi*), qui est de même nature histologique, est situé à la partie postérieure du ganglion et n'est superficiel que sur une étendue restreinte; il s'enfonce (fig. 1) à l'intérieur même du ganglion sous forme d'un boudin cylindrique qui contourne le nerf optique, puis s'étale en une membrane qui revêt la masse médullaire interne et s'étend jusque dans l'intérieur même du chiasma interne.

EXPLICATION DES FIGURES

Planches I et II.

Fig. 1. Coupe latérale intéressant le cerveau, le ganglion optique, la tige nerveuse et le disque imaginal des yeux. — *fp*, feuillet provisoire du disque; *cp*, cavité provisoire; *exo*, région optogénique de l'exoderme du disque; *ex*, région non optogénique de l'exoderme; *cd*, cavité du disque; *tn*, tige nerveuse; *bpl*, bourrelet périlaminaire; *lg*, lame ganglionnaire; *che*, chiasma externe; *mi*, masse médullaire interne; *gi*, masse ganglionnaire interne annexée à la masse médullaire externe; *gm*, masse ganglionnaire marginale; *chi*, chiasma interne; *ce*, capsule externe de la masse médullaire interne; *ci*, capsule interne de la masse médullaire interne; *gce*, masse ganglionnaire annexée à la capsule externe; *bi*, bourrelet intraganglionnaire; *gci*, masse ganglionnaire annexée à la capsule interne; *c*, cerveau revêtu de son écorce ganglionnaire (Obj. 3, Praz. oc. 2).

Fig. 2. Face externe du ganglion optique droit, dessiné d'après un modèle en relief obtenu à l'aide d'une méthode analogue à celle de M. Born. — *tn*, tige nerveuse sectionnée; *lg*, lame ganglionnaire; *spl*, sillon périlaminaire; *gi*, masse ganglionnaire interne annexée à la masse médullaire externe; *gm*, masse ganglionnaire marginale annexée à la masse médullaire externe; *gce*, masse ganglionnaire annexée à la capsule externe de la masse médullaire externe; *bi*, bourrelet interne; *c*, cerveau; *gso*, ganglion sous-œsophagien.

Fig. 3. Même pièce que celle que représente la figure 2; mais ici elle est vue par sa face supérieure. — *tn*, tige nerveuse; *gm*, masse ganglionnaire marginale annexée à la masse médullaire externe; *lg*, lame ganglionnaire; *gi*, masse ganglionnaire interne annexée à la masse médullaire externe; *c*, cerveau.

Fig. 4. Coupe latérale d'un ganglion optique passant au niveau du faisceau inférieur du nerf optique, la partie interne de la pièce est située en haut, son extrémité antérieure à droite. — *tn*, tige nerveuse; *lg*, couche externe de la lame ganglionnaire; *bpl*, bourrelet périlaminaire; *che*, chiasma externe, *gi*, masse ganglionnaire interne annexée à la masse médullaire externe; *gm*, masse ganglionnaire marginale annexée à la masse médullaire interne; *me*, masse médullaire externe; *chi*, chiasma interne; *ce*, capsule externe de la masse médullaire interne; *ci*, capsule interne de la masse médullaire interne; *gce*, masse ganglionnaire annexée à la capsule externe; *bi*, bourrelet intraganglionnaire, on remarque qu'il se prolonge en une lame qui s'enfonce dans le chiasma interne; *no*, faisceau inférieur du nerf optique; *c*,

cerveau; *gc* et *gc'*, masses ganglionnaires annexées au cerveau (Obj. *DD*, oc. 2, Zeiss).

Fig. 5. Coupe frontale du ganglion optique, le bord externe est en haut, l'extrémité supérieure à gauche. — *lg*, branche supérieure de la lame ganglionnaire; *lg'*, branche inférieure de la lame ganglionnaire; *bpl*, branche supérieure du bourrelet périlaminaire; *bpl'*, branche inférieure du bourrelet périlaminaire; *gm* et *gm'*, masse ganglionnaire marginale annexée à la masse médullaire externe; *che*, chiasma externe; *gi*, masse ganglionnaire interne annexée à la masse médullaire externe; *me*, masse médullaire externe; *chi*, chiasma interne; *ce*, capsule externe de la masse médullaire interne; *ci*, capsule interne de la masse médullaire interne; *gce*, masse ganglionnaire annexée à la capsule externe; *bi*, bourrelet intraganglionnaire; on remarque qu'il se prolonge en haut et en bas dans le chiasma interne; *gc*, masse ganglionnaire annexée au cerveau.

NOTE

SUR LE

RAT MUSQUÉ (*Mus Pilorides*) DES ANTILLES

TYPE DU SOUS-GENRE *MEGALOMYS* (*Trt*)

ET SUR LA PLACE DE CE SOUS-GENRE DANS LE GROUPE DES RATS AMÉRICAINS OU *HESPEROMYEÆ*

Par le Dr E.-L. TROUESSART

En 1881, ayant eu l'occasion d'examiner le type du Rat musqué (*Mus pilorides* Pallas), des Antilles françaises, conservé dans la collection du Muséum d'Histoire naturelle de Paris, j'ai montré (1) que ce grand Rat appartenait par ses caractères au groupe des Rats *Sigmodontes* qui comprend tous les Rats américains et devait par conséquent rentrer dans le grand genre *Hesperomys*, créé par Waterhouse en 1839, et subdivisé depuis en un certain nombre de sous-genres qui diffèrent très peu les uns des autres. En même temps, me basant sur l'examen de ses dents, je proposais de faire de ce rongeur, sous le nom de *Megalomys*, un sous-genre à part que je caractérisais brièvement ainsi :

« Dentes molares $\frac{3-3}{3-3}$ superiores et inferiores à primo ad ultimum longitudine decrescentes ; digitis mediis haud palmatis ; unguibus recurvis, robustis... »

Dans mon *Catalogue des Mammifères vivants et fossiles* (2), ce sous-genre et l'espèce qui lui sert de type sont placés en

(1) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 1881, t. XCII, p. 199 ; — *Le Naturaliste*, février 1881, n° 45, p. 355.

(2) Partie III. *Rongeurs* (*Bulletin de la Société scientifique d'Angers*, 1881, p. 134, sp. n° 1637).

tête du genre *Hesperomys* qui suit immédiatement le genre *Holochilus* de Brandt.

Plus récemment, M. O. Thomas, *assistant* au Musée britannique de Londres, a publié (1) une revision du genre *Hesperomys*, qui compte actuellement plus de soixante-dix espèces, et dans lequel il admet les neuf sous-genres suivants :

Rhipidomys (Tschudi); — *Oryzomys* (Baird); — *Calomys* (Waterh.) ou *Hesperomys* propr. dit; — *Vesperimus* (Coues); — *Onychomys* (Baird); — *Scapteromys* (Waterh.); — *Phyllotis* (Waterh.): — *Habrothrix* (Waterh.); — et *Oxymycterus* (Waterh.).

Le sous-genre *Nectomys* (Peters) que j'avais rapproché de *Megalomys* et placé, avec ce dernier, en tête du genre *Hesperomys*, est considéré par M. Thomas comme devant prendre place dans le genre *Holochilus*, dont il se rapproche en effet par ses habitudes aquatiques.

Le sous-genre *Tylomys* (Peters) ou *Neomys* (Gray) doit au contraire, d'après le même naturaliste, former un genre bien distinct par la forme de son crâne, et notamment par celle du trou sous-orbitaire, qui est presque carré, aussi large en haut qu'en bas, et non triangulaire comme dans le genre *Hesperomys*.

Quant au sous-genre *Megalomys* (Trt), M. O. Thomas déclare qu'il « *lui semble devoir être rapporté au genre* Holochilus, *et ne pas être un véritable* Hesperomys *du tout* (2) ».

C'est là une manière de voir que nous ne pouvons accepter. Mais pour décider cette question, il s'agit d'abord de savoir *si les grands Rats américains*, que M. Thomas place dans le genre HOLOCHILUS, *diffèrent génériquement des petites espèces types du genre* HESPEROMYS, *ou s'ils doivent former seulement une section subgénérique de ce dernier genre.*

Le genre *Holochilus* a été proposé par Brandt, en 1835 (3),

(1) *On a Collection of* Muridæ *from central Peru* (*Proc. Zool. Soc. Lond.*, 1884, p. 447 et seq.).

(2) *Loc. cit.*, p. 450.

(3) *Mém. de l'Acad. imp. de Saint-Pétersbourg*, 6e série, t. III, p. 428, pl. 2.

pour le *Mus vulpinus* de Brants (ou *Mus brasiliensis* de Geoffroy), grand Rat du sud du Brésil qui atteint la taille de notre Surmulot, mais ne diffère par aucun caractère essentiel des petites espèces du genre *Hesperomys*. La particularité sur laquelle est surtout fondé le genre de Brandt — « la lèvre supérieure très charnue, avec la fente longitudinale moyenne fermée au fond par un pli membraneux jusqu'au bord de la bouche », — ne présente rien de caractéristique, car, d'après Bunmeister, elle se retrouve chez les petites espèces du genre *Hesperomys*. Les dents sont du reste construites exactement sur le même type, ainsi qu'on peut s'en assurer en comparant les excellentes figures de ces diverses espèces données par Hensel (1), dans son *Mémoire sur les Mammifères du Brésil méridional*.

La plupart des auteurs, du reste, se sont rangés à cet avis, et ont réuni en un seul genre tous les véritables Rats américains.

Schinz, en 1845, considère le genre *Holochilus* comme synonyme d'*Hesperomys* (*Synopsis Mammalium*, II, p. 165), qui constitue pour lui une section du genre *Mus*.

Hensel, qui a étudié avec le plus grand soin les différentes espèces de Rats recueillies par lui dans le sud du Brésil (2), fait du genre *Holochilus* une simple subdivision du genre *Hesperomys*.

Burmeister, dans sa *Description physique de la République Argentine* (3), est du même avis et dit formellement, au sujet du repli de la peau que porte la lèvre supérieure dans le genre *Hesperomys* : — « Ce pli est bien distinct dans les grandes espèces, et a servi de base pour former un genre à part, appelé *Holochilus* par Brandt; mais *comme cette même conformation existe aussi dans les petites espèces*, je crois préférable de ne

(1) *Abhandlungen der K. Akad. der Wissensch. zu Berlin*, 1872, pl. à III.

(2) *Beiträge zur Kenntniss der Säugethiere Sud-Bräsiliens* (*loc. cit.*, p. 32).

(3) Traduction E. Daireaux, t. III, p. 208 (1879).

pas admettre cette classification. » — Le genre *Holochilus* est indiqué comme un simple sous-genre d'*Hesperomys*.

Les naturalistes qui ont considéré ce genre comme distinct, ne semblent l'avoir fait que sur la foi de Brandt et sans avoir examiné par eux-mêmes l'espèce type. Tel est le cas notamment pour Wagner dans ses *Säugethiere in Abbild.*, etc. (1855), publiés comme suite au grand ouvrage de Schreber.

La caractéristique de ce genre telle que la donne Wagner (*loc. cit.*, 3e *Abtheil.*, p. 518), d'après Brandt, est, en effet, la suivante :

« Habitus murinus, labrum haud plane fissum, cauda elongata, squamosa, brevissime pilosa ; dentes molares abbreviati, latiusculi, plani, neque tuberculati, neque sulco longitudinali divisi, *superiorum ultimus æque longus ac primus.* »

Wagner place dans ce genre, outre le *Mus vulpinus*, les *Mus brasiliensis*, *M. leucogaster* et *M. sciureus*.

Or il suffit d'examiner les excellentes figures données par Heusel (1) de l'*Holochilus vulpinus*, de l'*Holochilus squamipes* et de plusieurs espèces du genre *Hesperomys* proprement dit, pour voir que chez l'*H. vulpinus* la dernière (3e) molaire est notablement plus courte que la première, et que, par conséquent, cette partie de la diagnose de Brandt est inexacte. — Nous reviendrons du reste sur ce point.

Les caractères qui distinguent l'*Hesperomys vulpinus* ont tout au plus une valeur subgénérique, car, entre cette grande espèce et les espèces les plus petites et les plus typiques du genre *Hesperomys*, on trouve tous les intermédiaires. C'est donc à tort que plusieurs naturalistes et l'auteur même de ces lignes, dans son *Catalogue des Mammifères vivants et fossiles* (2), ont considéré *Holochilus* comme un véritable genre.

Ce groupe, dans la série des *Hesperomyeæ*, est du reste tout à fait parallèle à celui des *Nesokia* dans celle des *Mureæ* ou

(1) *Loc. cit. Abhandl.*, etc. (Voy. pl. I, II et III).

(2) *Bulletin de la Société d'études scientifiques d'Angers*, 1880, p. 133.

Rats de l'Ancien Continent. Les *Nesokia* (Gray, 1842), dont le Perchal est le type, sont de grands Rats de l'Inde comparables aux *Hesperomys pilorides* et *H. vulpinus*. On les a longtemps considérés comme un genre bien distinct, et Alston même les a placés (1) dans une autre sous-famille, celle des *Phlœomynæ*. Mais, plus récemment, M. Anderson a montré (2) qu'ils formaient tout au plus un sous-genre du genre *Mus*, et cette manière de voir a été adoptée par M. O. Thomas dans sa *Monographie des Rats de l'Inde* (3). — Pour des raisons identiques, je crois nécessaire de faire d'*Holochilus* et de *Nectomys* deux sous-genres du grand genre *Hesperomys* (4), et nous allons montrer bientôt que *Megalomys* est dans le même cas.

Pour lever tous les doutes qui peuvent encore exister dans l'esprit des naturalistes sur la véritable place du *Mus pilorides*, nous croyons devoir donner ici la figure du crâne et des dents de cette remarquable espèce, d'après les deux principaux types que nous avons eu l'occasion d'examiner au Muséum de Paris (pl. 1, fig. *a* à *d*). Nous avons figuré, comme termes de comparaison, sur la même planche :

1° Les molaires d'une espèce du genre *Hesperomys* proprement dit (*H. flavescens*, d'après Hensel), fortement grossies de manière à les mettre à la même échelle que celles de l'*Hesperomys pilorides* (pl. 1, fig. *e*, *e'*) ;

2° Les molaires supérieures d'une espèce du même genre figurées comme type par M. O. Thomas (*Encyclopœdia Britannica*, *loc. cit.*), et grossies également (pl. 1, fig. *e'''*) ;

3° Les molaires de l'*Hesperomys* (*Nectomys*) *apicalis* (Pe-

(1) *Proc. Zool. Soc. Lond.*, 1876, p. 82.

(2) *Journal Asiatic Society of Bengal*, 1878, p. 214 et seq., avec 2 pl.

(3) *Proc. Zool. Soc. Lond.*, 1881, p. 523.

(4) Nous ne nous occuperons pas ici de la question de priorité que soulève cette manière de voir (*Holochilus* étant de 1835 et *Hesperomys* seulement de 1839). Il nous semble préférable de conserver (comme l'ont fait Heusel et Burmeister) le nom d'*Hesperomys*, consacré par l'usage, pour le grand genre qui renferme tous les Rats de la région néotropicale, *Holochilus* restant le nom du sous-genre dont *Mus vulpinus* est le type.

ters), espèce qui fait partie de l'ancien genre *Holochilus* tel que l'admet M. O. Thomas ;

4° Enfin, les mêmes dents chez le *Tylomys nudicaudus* (Peters), que nous considérons, avec M. O. Thomas, comme devant constituer un genre bien distinct d'*Hesperomys*.

On sait que le *Mus pilorides* (1) n'a encore été signalé qu'à la Martinique et à Sainte-Lucie, île située au sud de la première, entre celle-ci et Saint-Vincent, et qui, de même que cette dernière, appartient à l'Angleterre. L'espèce ne se trouve, paraît-il, ni à la Dominique, à Marie-Galante et à la Guadeloupe au nord, ni à Saint-Vincent au sud. Ces énormes Rats, qui atteignent la taille d'un Lapin, sont très nuisibles aux plantations : aussi les colons leur ont-ils fait une guerre d'extermination rendue facile par la faible étendue de ces deux îles. L'espèce est sinon détruite, du moins en voie d'extinction rapide, et, à l'heure actuelle, les spécimens du Muséum de Paris sont peut-être tout ce qui reste de ce type si intéressant par sa grande taille et par sa distribution géographique.

Le Rat pilori (*Hesperomys pilorides*) est le plus grand de tous les Rats américains, car il dépasse un pied de long, non compris la queue (la tête et le corps ont 36 centimètres et la queue 33 centimètres sur l'exemplaire conservé dans l'alcool). L'*Holochilus vulpinus* du Brésil est loin d'atteindre ces dimensions, car il dépasse rarement 25 centimètres pour le corps et 17 centimètres pour la queue. Le Rat perchal (*Mus bandicota* Pennant, ou *Mus giganteus* Hardwick) de l'Inde, qui est le plus grand Rat de l'Ancien Continent, égale à peine la présente espèce, car l'exemplaire gigantesque d'Hardwick avait seulement 34 centimètres pour le corps avec la tête, et 33 centimètres pour la queue.

Le Muséum de Paris possède, à notre connaissance, cinq exemplaires de l'*Hesperomys pilorides* (2) :

(1) Pour la description, la synonymie et les mœurs de cette espèce, voyez notre précédent travail dans le *Naturaliste, loc. cit.* (1881).

(2) Le Muséum a reçu depuis un autre exemplaire de ce rat, provenant de la Martinique et donné par M. Chaffanjon.

1° Un squelette monté de grande taille (individu très âgé), dont nous figurons ici le crâne, la mâchoire inférieure et les dents molaires (*a*, *a'*, *a''*, *b*, *b'*);

2° Un individu monté en peau, de grande taille, rapporté par M. Plée de la Martinique (1821-26) et figuré par E. Geoffroy et F. Cuvier (*Histoire naturelle des Mammifères*, pl. lith. 258, t. VIII, livr. 63, mai 1830);

3° Un second individu monté plus petit (par M. Plée);

4° Un individu également plus petit et présentant une variété de pelage (le blanc du dessous moins étendu), rapporté par M. Bonnecour de Sainte-Lucie;

5° Un mâle adulte de grande taille, mais encore jeune, comme l'indique le peu d'usure des molaires, conservé dans l'alcool, et dont nous avons donné ci-dessus les dimensions; rapporté par M. Le Prieur « des Antilles » sans indication précise de localité. Nous figurons ses dents molaires (*c*, *c'*).

Examinons maintenant les caractères ostéologiques qui caractérisent cette espèce.

Le *crâne*, dans sa forme générale, ne diffère que par sa grande taille (7 centimètres de long) et son apparence robuste de celui des différentes espèces du genre *Hesperomys*. Le trou sous-orbitaire est triangulaire comme dans ce genre, plus étroit en bas qu'en haut, et les crêtes sus-orbitaires sont bien développées chez l'individu très adulte, notre numéro 1 (*a*,*a'*).

Les *incisives* sont fortes, pas très larges, mais très épaisses, à face antérieure lisse, sans sillon longitudinal.

Les *molaires* sont franchement sigmodontes comme dans le genre *Hesperomys;* aux deux mâchoires elles ont les mêmes proportions relatives que dans ce genre, mais présentent quelques particularités sur lesquelles il convient d'insister.

Les *molaires très peu usées*, à couronne présentant encore trace des tubercules primitifs, de l'individu conservé dans l'alcool (notre n° 5), sont surtout instructives au point de vue qui nous occupe et permettent de se faire une idée nette de la structure de ces dents chez le *Megalomys*.

On remarque tout d'abord que ces dents sont beaucoup plus fortement usées à la mâchoire inférieure.

A la mâchoire supérieure (fig. *c*), les tubercules de la couronne sont encore très nets et les lames d'émail mises à nu par l'usure de cette couronne figurent trois petites ellipses transversales assez courtes et très étroites, reliées entre elles par un sillon linéaire longitudinal. Cette disposition, et surtout la brièveté des ellipses, tient à ce que *les tubercules latéraux de la couronne sont confluents, deux à deux, sur la ligne médiane*, de telle sorte que la première molaire semble porter seulement trois tubercules médians, au lieu de six tubercules latéraux, disposés par paires, comme on le voit généralement sur la molaire correspondante des espèces du genre *Hesperomys* proprement dit (fig. *e''*).

La deuxième molaire supérieure est d'un tiers plus courte que la précédente et presque carrée, bien qu'elle présente encore trois surfaces d'usure elliptiques comme la première; mais l'ellipse antérieure se trouve rejetée en dehors avec une tendance marquée à se fusionner avec la suivante : elle ne correspond évidemment qu'à un seul tubercule (externe). Cette dent a donc cinq tubercules au plus, au lieu des six que l'on compte à la première molaire.

La troisième molaire supérieure est encore plus réduite que la précédente : elle est plus étroite en arrière, presque triangulaire et ne présente que deux ellipses transversales reliées par un sillon longitudinal : elle n'a par conséquent que trois tubercules bien développés, avec un quatrième rudimentaire, à peine marqué, sur le bord postéro-interne de la dent.

A la mâchoire inférieure (fig. *c'*), les molaires présentent les mêmes dimensions relatives que celles de la mâchoire supérieure, mais le ruban d'émail, largement mis à nu par l'usure de la dent, accuse nettement la structure sigmodonte (rappelant les dents des Campagnols, *Arvicola*), structure que nous allons retrouver, exagérée par l'âge, chez l'individu très adulte dont il nous reste à parler.

Les *molaires fortement usées* de cet individu (squelette

monté du Muséum de Paris, notre n° 1) ne présentent plus trace des tubercules primitifs, et la lame d'émail dessine exactement le contour de la couronne de chaque dent.

A la mâchoire supérieure (fig. *b*), la première molaire, beaucoup plus longue que large, présente de chaque côté trois replis et deux angles rentrants.

La deuxième molaire, d'un tiers plus courte, présente en dehors trois replis et deux angles, comme la précédente; mais le repli intermédiaire est petit et comprimé entre les deux autres par suite du raccourcissement de la dent; en dedans, il y a seulement deux replis et un angle rentrant.

La troisième molaire, encore plus courte et presque triangulaire, présente en dehors trois replis et deux angles, encore comme les précédentes; mais le repli intermédiaire est fortement comprimé et presque réduit à un angle rentrant; en dedans, il y a à peine trace des deux replis et de l'angle rentrant par suite de la réduction de la partie postérieure de la dent, et son bord interne est presque entièrement convexe.

A la mâchoire inférieure (fig. *b'*), les molaires présentent une apparence beaucoup plus simple : la première a de chaque côté trois replis et deux angles; la deuxième, presque carrée, a deux replis et un angle; la troisième enfin est triangulaire et rétrécie en arrière, comme celle de la mâchoire supérieure, mais sans aucune trace de repli intermédiaire.

Nos figures montrent qu'à part le degré d'usure, il existe quelques différences dans la proportion des molaires, entre nos deux individus (n° 1, *b* et n° 5, *c*), au moins à la mâchoire supérieure. La deuxième molaire du premier est un peu plus longue, tandis que la troisième est un peu plus courte; — chez le second, au contraire, la deuxième molaire est plus courte, carrée, et la troisième aussi longue, mais plus étroite, surtout en arrière, de sorte que ces deux dents semblent se compenser mutuellement. Ces différences sont évidemment purement individuelles. Quant aux molaires de la mâchoire inférieure, on peut les considérer comme identiques chez les deux individus.

Comparons maintenant ces dents avec celles des autres espèces de Rats américains (*Hesperomys*) et plus particulièrement avec celles des types de grande taille dont on a formé les genres *Holochilus*, *Nectomys* et *Tylomys*.

Les dents de l'*Holochilus vulpinus* sont admirablement figurées par Hensel (1) dans son mémoire déjà cité sur les Mammifères du Brésil méridional. Les figures 13, *a* et 13, *b* de la planche II de ce Mémoire montrent bien que les molaires de ce grand Rat sont construites sur le même type que celles des petites espèces d'*Hesperomys*, bien que la troisième molaire supérieure soit moins réduite et surtout moins courte que celle des autres espèces. Cependant elle est, dans tous les cas, *d'un tiers au moins plus courte* que la première molaire; comparée à la seconde, elle est presque aussi longue, mais plus étroite, et dans son ensemble notablement réduite, surtout en arrière. Ces proportions sont sensiblement les mêmes aux deux mâchoires, ce qui n'est pas le cas pour les autres espèces du genre *Hesperomys*.

Chez l'*Hesperomys squamipes*, par exemple, espèce de grande taille devenue le type du sous-genre *Nectomys* de Peters, et que M. O. Thomas place dans le genre *Holochilus*, la troisième molaire supérieure est déjà beaucoup plus courte comme dans les petites espèces d'*Hesperomys*, tandis que la même dent reste plus allongée à la mâchoire inférieure, ce qui est du reste général dans tout le genre *Hesperomys*, à l'exception du sous-genre *Holochilus*.

Les dents du *Nectomys squamipes* sont figurées sur la planche II (14, *a* et 14, *b*) du Mémoire de Hensel, et l'on voit qu'elles sont parfaitement intermédiaires entre celles de l'*H. vulpinus* et celles des *Hesperomys* de plus petite taille figurées sur la même planche et sur la planche suivante. Nous reproduisons ici (pl. 1, fig. *e*, *e'*) la figure des molaires de l'*Hesperomys flavescens*, espèce de la taille d'une Souris, qui présente nettement ce même caractère, et dont les dents, à la dimen-

(1) *Abhandlungen, loc. cit.*

sion près, sont tout à fait comparables à celles du *Nectomys squamipes.*

Le *Nectomys apicalis* (Peters), deuxième espèce de ce sous-genre, présente également ce caractère d'avoir la troisième molaire supérieure plus réduite que la dent correspondante inférieure, comme le montre la figure de Peters (1) que nous reproduisons ici (pl, 1, fig. *f*, *f'*).

Le *Tylomys nudicaudus* (Peters) nous présente au contraire une disposition très différente qui frappe au premier coup d'œil sur la figure de l'auteur (2) que nous avons reproduite également (fig. *g*, *g'*). Ici *les trois molaires sont sensiblement égales et semblables aux deux mâchoires* et particulièrement à la mâchoire supérieure. Ce caractère, très rare chez les *Muridæ* en général et chez les Rats américains en particulier, joint à ceux que M. O. Thomas signale dans la forme du crâne, comme nous l'avons déjà dit, doit faire élever ce sous-genre au rang de genre, et le genre *Tylomys* prendra la place d'*Holochilus* en tête du groupe des *Hesperomyeæ.*

Si nous comparons l'*Hesperomys pilorides* avec les différentes espèces dont nous venons de parler, nous voyons que ses dents l'éloignent de l'*Holochilus vulpinus* pour le rapprocher des *Nectomys* et des *Hesperomys* proprement dits. En effet, la troisième molaire supérieure est très réduite et plus courte que sa correspondante inférieure (3). C'est ce que montre bien notre figure *b*, *b'*, comparée à *e*, *e'* et à *e''*. En outre la confluence des tubercules sur la ligne médiane de chaque dent est un caractère qui sépare l'*Hesperomys pilorides* de toutes les autres espèces du même genre (comparez *c* à *e''*), car il modifie considérablement le dessin de la couronne des molaires en le *simplifiant*, aussi bien chez l'individu jeune (fig. *c*, *c'*) que chez l'individu très âgé (fig. *b*, *b'*).

(1) *Abhandlungen Akad. Berlin*, 1860, p. 151, pl. 2, fig. 3.

(2) *Monatsberichte Akad. Berlin*, 1866, p. 404, pl. 1, fig. 1-4.

(3) Nous répétons qu'il n'y a pas lieu de tenir compte ici de la troisième molaire de la figure *c* (en apparence plus longue que celle de *b*), pas plus que de l'allongement de la deuxième molaire de *b* : ce sont là des différences purement individuelles.

Voyons maintenant si les formes extérieures peuvent nous fournir aussi des caractères pour distinguer l'*Hesperomys pilorides* des autres espèces du même genre.

Le museau de l'*Hesperomys pilorides* est assez obtus, nettement divisé en dessous par un sillon longitudinal. Les pieds antérieurs sont petits avec un pouce très court, en forme de tubercule, protégé au dehors par un ongle plat, humain, qui en recouvre presque entièrement la partie libre. — Les pieds postérieurs sont très forts, allongés (7 centimètres et demi du talon à l'extrémité des ongles), avec les cinq doigts munis d'ongles forts et recourbés, sans aucune trace de palmure entre les doigts. La plante du pied est écailleuse et munie de six tubercules (pl. 1, fig. *d*) : cinq correspondent aux cinq doigts et le sixième au calcanéum; ce dernier placé sur le bord interne du pied est allongé en forme de biscuit à la cuillère et recourbé en dedans. Ces tubercules sont disposés deux par deux comme le montre notre figure.

On sait que, chez les Rongeurs, le nombre et la disposition des tubercules ou callosités de la plante du pied fournissent de bons caractères *subgénériques* dont M. F. Lataste a déjà tiré parti pour la classification des Gerbilles et des Campagnols.

Malheureusement, la plupart des auteurs ont négligé de décrire ou de figurer exactement les caractères de la plante du pied chez les grandes espèces de Rats américains. Nous savons seulement que dans le genre *Hesperomys* il y a six tubercules au tarse (1). Les figures que M. O. Thomas a donné récemment de plusieurs espèces de petite taille (2) indiquent une disposition assez différente de celle qui caractérise l'*Hesperomys pilorides*. Chez toutes ces espèces le tubercule calcanéen est ovale et non allongé et bilobé comme chez celui-ci.

En résumé, nous voyons que l'*Hesperomys pilorides* ne peut entrer dans le sous-genre *Holochilus* en raison de la forme de

(1) Quand ces tubercules existent, car la plante est poilue, ou nue et sans callosités, chez plusieurs petites espèces.

(2) *Proc. Zool. Soc.*, *loc. cit.* (1884), pl. XLIV.

ses dents, dont la troisième molaire supérieure est beaucoup plus courte que chez l'*Holochilus vulpinus*.

Il se rapproche davantage par ses dents du sous-genre *Nectomys;* mais dans ce dernier les pieds sont palmés et les mœurs aquatiques; l'*H. pilorides*, au contraire, a les doigts parfaitement libres et ses mœurs sont exclusivement terrestres.

Sous ce rapport, il se rapproche de plusieurs des sous-genres démembrés du genre *Hesperomys* proprement dit; mais par la structure intime de ses dents, la disposition et la forme de ses tubercules plantaires, il nous semble devoir former un sous-genre à part auquel nous conserverons le nom de *Megalomys* proposé par nous en 1881. Rectifiant la diagnose que nous avons précédemment donnée de ce sous-genre, nous proposerons de le caractériser ainsi :

Genre **HESPEROMYS** (Waterhouse, 1839).

Sous-Genre MEGALOMYS (Trouessart, 1881).

Forme murine : queue longue, écailleuse; pouce antérieur muni d'un ongle plat; pieds postérieurs robustes, allongés, sans trace de palmure entre les doigts, qui sont tous terminés par des ongles recourbés; plante munie de six callosités rangées deux par deux, la postéro-interne (calcanéenne) allongée et bilobée en forme de 8.

Crâne à région orbitaire très dilatée; crêtes sus-orbitaires bien marquées.

Dents médiocrement larges; proportion des molaires comme dans le sous-genre *Nectomys;* tubercules de la couronne confluents deux à deux sur la ligne médiane, laissant à nu par l'usure une double lame d'émail repliée en zigzag, sans îlots internes dans les espaces intermédiaires.

Type : Mus pilorides (Pallas).

Il est possible que par la suite plusieurs autres espèces actuellement placées dans *Holochilus* ou *Hesperomys*, viennent s'ajouter à ce sous-genre, dont la place est entre *Nectomys* (faisant suite lui-même à *Holochilus*), et les autres sous-genres d'*Hesperomys* proprement dit.

Remarque sur la classification et la distribution géographique des Murinæ. — En tenant compte des considérations qui précèdent, la classification des Rats (*Murinæ*), telle que nous l'avons donnée dans notre *Catalogue des Mammifères* (1), doit être modifiée de la manière suivante :

Subfamilia **MURINÆ.**

LES VÉRITABLES RATS.

Series I. — MUREÆ.

Habitat : l'Ancien Continent et plus particulièrement les régions Orientale, Éthiopienne et Australienne (non compris Madagascar).

GENRES :

Malacomys, A. M. Edw., 1877.

Pithecheirus, F. Cuv., 1833 (= *Chiropodomys*, Peters, 1868).

Mus, L., 1766. (Sous-genres : *Nesokia* [= *Bandicota*], Gray, — *Epimys*, Trt., — *Pseudomys*, Gray, — *Pogonomys*, A. M. Edw., — *Heliomys*, Gray, — *Isomys*, Sundevall, — *Lemniscomys*, Trt., — *Mus* propr. dit, — *Leggada*, Gray [= *Nannomys*, Peters], — *Vandeleuria*, Gray, — *Micromys*, Dehne.)

Golunda, Gray, 1842. — Ce genre diffère du précédent (d'après M. O. Thomas, *Encyclopædia Britannica*, *loc. cit.*), par le sillon longitudinal que présente la face antérieure des incisives. Le type est *G. Ellioti* (Gray) de l'Inde. Une seconde espèce est originaire de l'Afrique orientale. — On doit éloigner de ce genre *Mus meltada* qui est un véritable *Mus*.

Hapalomys, Blyth, 1859.

Pelomys, Peters, 1852.

Uromys, Peters, 1867.

Hapalotis, Licht., 1829.

Mastacomys, Thomas, 1882. — Ce genre a été proposé récemment (*Ann. nat. hist.*, IX, p. 413), pour une espèce de Tasmanie, assez semblable extérieurement à notre Rat d'eau (*Arvicola amphibius*), et dont les dents molaires sont plus larges que dans le genre *Mus*.

Acomys, Is. Geoff., 1838 (= *Acanthomys*, Lesson, 1842).

Echinotrix, Gray, 1867.

(1) *Loc. cit.*, p. 117 (61 du tirage à part) et suiv. (1880).

Series II. — HESPEROMYEÆ.

RATS SIGMODONTES.

Habitat : l'Amérique et Madagascar.

GENRES :

Hallomys, Jentink, 1879.
Hypogeomys, Grandid., 1869.
Nesomys, Peters, 1860.
Brachytarsomys, Günther, 1875.
Eumys, Leidy (genre fossile), 1856.
Drymomys, Tschudi, 1844.
Tylomys, Peters, 1866.
Hesperomys. Waterh., 1839. (Sous-genres : *Holochilus*, Brandt, — *Nectomys*, Peters, — *Megalomys*, Trt., — *Rhipidomys* (1), Tschudi, — *Oryzomys*, Baird, — *Hesperomys* prop. dit [= *Calomys* Thomas *ex* Waterh.], — *Vesperimus*, Coues, — *Onychomys*, Baird, — *Scapteromys*, Waterh., — *Phyllotis*, Waterh., — *Akodon*, Meyen [= *Habrothrix*, Waterh.], — *Oxymycterus*, Waterh.)
Ochetodon, Coues, 1874.
Reithrodon, Waterh., 1837 (et sous-genre *Euneomys*, Coues).
Sigmodon, Say et Ord., 1825.
Neotoma, Say et Ord., 1825 (et sous-genre *Teonoma*, Gray).
Paciculus, Cope (genre fossile), 1879. — Placé d'abord par l'auteur dans la famille des *Dasyproctidæ :* M. Cope a reconnu depuis que ce genre appartenait à la famille des *Muridæ* (2).

Le changement le plus important que montre ce tableau, en dehors de ceux que nous avons déjà signalés, consiste dans le passage des quatre genres de Rongeurs propres à Madagascar (*Hallomys*, *Nesomys*, *Hypogeomys*, *Brachytarsomys*), de la série des *Mureæ* à celle des *Hesperomyeæ* ou Rats sigmodontes.

En effet, d'après M. O. Thomas, ces quatre genres ont les molaires conformées comme celles des Rats américains : ces dents présentent seulement deux rangées de tubercules (au lieu de *trois* que l'on trouve sur les molaires des Rats de l'An-

(1) L'arrangement de ce sous-genre et des suivants est donné ici d'après M. O. Thomas (*P. Z. S.*, *loc. cit.*, 1884, p. 448).
(2) Voy. *The American Naturalist*, 1881, p. 586-587.

cien Continent ou *Mureæ*); quand elles sont usées, elles offrent l'apparence *sigmodonte* dont le type se voit sur les dents des Campagnols (*Arvicola*) et qui est si manifeste sur les figures que nous donnons ici de l'*Hesperomys pilorides* (*b*, *b'*, *c'*).

La transition du reste entre les deux séries se trouve ménagée par le genre africain *Acomys* (ou *Acanthomys*), dont les molaires semblent aussi n'avoir que deux rangées de tubercules (1), et cette même disposition se retrouve sur le genre fossile *Cricetodon* (Lartet), qui vivait en France à l'époque miocène (2); le genre *Myiarion* de M. Pomel, qui est du miocène d'Auvergne, avait, d'après ce naturaliste, des dents peu différentes de celles des *Hesperomys*.

Il semble donc que cette différence dans la structure des dents qui sépare aujourd'hui les Rats américains et ceux de Madagascar des Rats de l'Ancien Continent, ait une origine relativement récente. Cette structure est du reste en rapport avec le régime qui est exclusivement végétal chez les Rats sigmodontes, comme chez les Campagnols, tandis qu'il est beaucoup plus varié chez les autres Rats.

En traitant ailleurs de la distribution géographique des Insectivores (3) et des Rongeurs (4), nous avons insisté sur certains rapports que présente la faune des régions australes de l'Ancien Continent avec celle de la région *néotropicale*, c'est-à-dire de l'Amérique du Sud. La présence de Rats sigmodontes à Madagascar est un fait du même genre, qui vient s'ajouter à ceux plus anciennement connus.

C'est ainsi que, parmi les Rongeurs, les *Octodontidæ*, que l'on a crus longtemps propres à l'Amérique du Sud, comptent en Afrique trois genres (*Ctenodactylus*, *Pectinator* et *Petromys*) parfaitement typiques.

(1) Voyez la figure que Gervais donne des dents de l'*Acomys cahirinus* (*Histoire naturelle des Mammifères*, t. I, p. 409).

(2) Voy. Gaudry, *Les enchaînements du monde animal*, t. I (1878), p. 201.

(3) Voy. *Revue scientifique*,, 1882, t. XXX, p. 513.

(4) *Ibid.*, 1881, t. XXVIII, p. 65.

De même, parmi les Insectivores, le genre *Solenodon*, des Antilles, semble représenter en Amérique les singuliers Insectivores de Madagascar dont on a fait la famille des *Tanrecs* ou *Centetidæ*.

Si l'on rapproche ces faits de ceux plus démonstratifs encore qui ressortent de l'étude de la distribution géographique des Batraciens et des Poissons d'eau douce — comme aussi de celle des végétaux, — il est difficile de ne pas admettre qu'il a existé, à une ou plusieurs époques de la période secondaire, et plus particulièrement vers la fin de cette période ou au commencement de l'époque éocène, entre l'Amérique australe, l'Afrique australe, Madagascar et l'Australie, des communications continentales tout à fait comparables à celles qui existent encore, ou qui ont existé à la fin de l'époque tertiaire, entre les régions septentrionales des deux hémisphères, c'est-à-dire entre l'Europe-Asie et l'Amérique.

C'est ainsi qu'en ce qui a rapport aux *Muridæ*, on remarque que les véritables Rats (*Murinæ*) sont remplacés vers le nord par les Campagnols (*Arvicolinæ*). Ces derniers sont communs à l'Amérique du Nord, à l'Europe et à l'Asie septentrionale (régions Arctique et Néarctique) : ils manquent totalement aux autres régions zoologiques.

Dans l'hémisphère austral et plus particulièrement dans la région Néotropicale et à Madagascar, on trouve les Rats sigmodontes (*Hesperomyeæ*), qui représentent à la fois les Campagnols et les véritables Rats (genre *Mus*). En effet, dans le genre *Hesperomys* on trouve des sous-genres à formes de Rats (*Megalomys*, *Vesperimus*) et d'autres à formes de Campagnols (*Onychomys*, *Akodon*).

Enfin, entre ces deux types viennent se placer géographiquement les véritables Rats omnivores (*Mureæ*), qui paraissent originaires du nord de l'Inde et se sont répandus de là sur tout l'Ancien Continent et même en Australie, mais n'ont pénétré en Amérique et à Madagascar que grâce à l'intervention de l'homme. En Europe même, les deux ou trois espèces qui semblent réellement indigènes (*Mus sylvaticus*, *M. musculus*,

M. minutus), se rattachent à des types asiatiques et contrastent par leur petit nombre avec l'abondance des espèces de Campagnols qui peuplent le même pays. On peut donc dire avec exactitude que les *Mureæ* caractérisent essentiellement et à quelques exceptions près, les régions Orientale et Éthiopienne, c'est-à-dire le sud de l'Asie et l'Afrique à l'exclusion de Madagascar.

EXPLICATION DE LA PLANCHE.

a. Crâne de l'*Hesperomys pilorides*, vu par-dessus (grand. nat.).
a'. Le même, vu de profil (*id.*).
a''. Mâchoire inférieure du même (*id.*).

b. Molaires supérieures du même, côté droit (individu très âgé, gross. $\frac{3}{1}$).
b'. Molaires inférieures du même, même côté (*id.*).

c. Molaires supérieures droites d'un mâle adulte encore jeune (gross. $\frac{3}{1}$).
c'. Molaires inférieures droites du même (*id.*).

d. Pied postérieur gauche du même (grand. nat.).

e. Molaires supérieures de l'*Hesperomys flavescens* (Waterh.), d'après Hensel (gross. $\frac{10}{1}$).
e'. Molaires inférieures du même (*id.*).
e''. Molaires supérieures d'une espèce d'*Hesperomys* proprement dit, d'après Thomas (grossies).

f. Molaires supérieures de l'*Hesperomys* (*Nectomys*) *apicalis* (Peters), (gross. $\frac{3}{1}$).
f'. Molaires inférieures du même (*id.*).

g. Molaires supérieures du *Tylomys nudicaudus* (Peters) (gross. $\frac{3}{1}$).
g'. Molaires inférieures du même (*id.*).

SUR LES ORGANES SEGMENTAIRES DE QUELQUES VERS DE TERRE

Par **F.-E. BEDDARD**, M. A. F. R. S. E. (1)

Prosecteur à la Société zoologique de Londres.

Les recherches classiques de Gegenbaur (2) et de Claparède (3) ont fait connaître la structure des organes segmentaires du *Lombric*. Le premier de ces naturalistes a décrit et figuré avec beaucoup de soin, pour la première fois, la structure générale de ces organes. Claparède, tout en confirmant d'ailleurs en tous points la description plus ancienne qu'en avait donnée Gegenbaur, y ajouta un certain nombre de détails histologiques. Il appela plus particulièrement l'attention sur ce fait, que dans la portion glandulaire de ces organes, le canal excréteur est *intra-cellulaire* et non inter-cellulaire, les cellules sécrétrices formant comme une file de cellules placées bout à bout et perforées par le canal. Les anciens anatomistes regardaient les organes segmentaires comme des vaisseaux à air, et les comparaient aux trachées des Insectes.

Gegenbaur cependant montra clairement que leur fonction est purement excrétrice, depuis la publication de son Mémoire, dans lequel il prouva que ces organes segmentaires appartiennent à un système d'organes qui existent dans tout le règne animal et y remplissent partout le même rôle de dépuration.

En outre, depuis cette époque Balfour et Semper ont montré que les premiers glomérules du rein primitif des Vertébrés correspondent exactement aux organes segmentaires des Annélides.

(1) Ce mémoire a été traduit par M. A.-E. Malard, préparateur d'anatomie comparée à la Sorbonne, élève de l'École des Hautes-Études.

(2) *Zeitschr. f. Wiss. Zool.*, Bd IV, 1852.

(3) *Ibid.*, Bd XIX, 1869.

Depuis la publication des deux Mémoires cités ci-dessus, rien à ma connaissance n'a été publié concernant la structure des organes segmentaires du *Lumbricus*, et on ne sait réellement pas jusqu'à quel point ces organes varient de structure dans les autres genres de Lombriciens terrestres.

Les organes segmentaires, ou, pour adopter une expression plus convenable, récemment proposée par Ray Lankester (1), les *nephridia* des Oligochètes ont cependant attiré l'attention, premièrement à cause des tentatives qui ont été faites pour les homologuer avec les conduits génitaux, et secondement à cause de la découverte d'Eisig que chez certains Polychètes (Capitellidés) on trouve plus d'une paire de tubes excréteurs dans chaque métamère postérieur. Cette découverte a presque écarté toutes les difficultés inhérentes à la comparaison des *nephridia* avec les tubes segmentaires primordiaux des organes excréteurs embryonnaires des Vertébrés.

Dans la présente note, je désire décrire certains faits nouveaux relatifs aux *nephridia* des Lombriciens, qui me permettront d'étendre les résultats obtenus par Eisig aux Oligochètes.

Dans son essai sur l'anatomie des Vers de terre (*Lumbricus terrestris*), le professeur Ray Lankester (2) prétendit que les ouvertures externes des *nephridia* aussi bien que celles des vésicules copulatrices et des conduits génitaux sont en relation constante et définie avec les soies; les pores néphridiens sont situés près des paires ventrales de soies, tandis que les orifices génitaux ont une relation semblable avec les paires dorsales de soies. La régularité de cet arrangement fit penser à Ray Lankester qu'à chaque paire de soie correspond un simple *nephridium*, et qu'il existait primitivement deux séries de *nephridia* de chaque côté du corps correspondant aux deux séries de paires de soies. On suppose que chez les *Lum-*

(1) *Notes on Embryology and classification.* London, 1879.
(2) *Quarterly Journal of microscopical Science*, 1864-1865.

bricus, les séries ventrales de *nephridia* ont disparu dans tous les segments, sauf ceux contenant les organe génitaux, où ils sont remplacés par les vésicules copulatrices, les oviductes et les canaux déférents. Cette idée de voir dans les conduits génitaux des tubes segmentaires modifiés est due jusqu'à un certain point à Williams (1). Elle fut reprise par Claparède pour expliquer l'absence de *nephridia* dans les segments génitaux de beaucoup de Limicoles. Claparède regarda, en effet, chez ces Vers les conduits génitaux comme les homologues actuels des *nephridia*. Il professait cependant cette opinion que le fait ne pouvait être généralisé pour tous les Terricoles, puisque chez le *Lumbricus* les conduits génitaux ne remplaçaient pas les *nephridia*, mais coexistaient dans les mêmes métamères. En critiquant l'idée émise par Lankester de l'existence de deux paires de *nephridia* pour chaque segment, Claparède l'écarta comme une hypothèse ne pouvant être regardée comme certaine jusqu'à ce que l'on eût découvert un Ver de terre possédant à la fois deux paires de *nephridia* non différenciés dans chaque segment, excepté dans ceux contenant les conduits génitaux.

L'hypothèse de Lankester reçut cependant une très grande probabilité après les recherches de Perrier : dans ces recherches, *Pour servir à l'histoire des Lombriciens terrestres* (2), M. Perrier confirma les vues de Lankester sur les rapports intimes existant entre les orifices néphridiens et les soies, et l'appuya de la description d'un grand nombre de genres nouveaux de Vers de terre, chez lesquels les relations entre les orifices néphridiens et les orifices génitaux avec les soies sont précisément les mêmes que chez les *Lombricus*. Dans un autre genre, les pores néphridiens furent trouvés en relation avec les paires de soies dorsales, et non avec les paires ventrales comme chez *Lumbricus*. Il semblait donc naturel, dans ces genres, de supposer que la série dorsale de *nephridia*

(1) *Report on British Annelids*, in *Reports of the British Association*, 852, et *Transactions of the Royal Society*, 1852, part. 1, p. 93.

(2) *Nouv. Arch. du Muséum*, t. VIII.

persistait seule, tandis que la série ventrale ne subsistait plus que différenciée en conduits génitaux et en vésicules copulatrices. Dans beaucoup d'espèces de Lombriciens décrites dans cette note, les soies sont distribuées d'une manière un peu différente de ce qu'elles sont chez *Lumbricus*.

Les deux soies de chacune des paires dorsale et ventrale, au lieu d'être très rapprochées, deviennent, au contraire, largement espacées ; il devenait intéressant de déterminer si les pores néphridiens avaient une relation particulière avec l'une ou l'autre des deux soies qui composent la paire : M. Perrier fut en mesure d'éclaircir ce point par la structure caractéristique qu'il rencontra dans le genre *Titanus*. Chez ce Ver de terre, les pores néphridiens sont placés près de la paire de soies inférieures ; dans la partie antérieure du corps, les deux soies de chaque paire s'y trouvent encore très rapprochées, comme chez *Lombricus;* dans la portion postérieure, au contraire, ces soies s'écartent l'une de l'autre, les pores néphridiens semblent suivre la soie la plus externe dans son déplacement. Dans une autre espèce de Lombriciens, il trouva les orifices néphridiens dans une semblable relation avec la plus externe des deux soies dorsales. M. Perrier, en considération de ces faits, tira la conclusion que les Lombriciens possèdent typiquement deux séries de *nephridia*, l'une dorsale, l'autre ventrale, et que leurs orifices sont en relation étroite avec la soie la plus externe de la paire dorsale ou ventrale, suivant le cas.

Les caractères anatomiques du genre *Plutellus* apportèrent encore un appui plus grand en faveur de cette hypothèse. Chez ce Ver de terre, M. Perrier découvrit que les *nephridia* alternent en position (1). Dans certains segments, ils s'ouvrent plus près de la soie dorsale ; dans d'autres, au contraire, plus près de la soie ventrale. Un tel arrangement est très bien expliqué, si l'on suppose que chez *Plutellus* les deux séries dorsale et ventrale de soies ont persisté en partie et en partie

(1) *Archives de Zoologie expérimentale*, t. II.

avorté. Ce Ver de terre forme donc par la disposition de ses orifices néphridiens, comme une forme de passage entre les genres *Lombricus*, *Digaster*, etc., d'une part, et les genres *Titanus*, etc. de l'autre. Chez *Plutellus*, les soies sont disposées en huit rangées longitudinales d'une soie chacune ; mais on trouve que les orifices néphridiens n'ont pas de relation déterminée avec la soie la plus externe de la paire. M. Perrier fut donc obligé d'abandonner ses idées sur les tubes néphridiens et de revenir à son idée primitive que les *nephridia* des séries ventrale ou dorsale respectivement n'ont aucune relation particulière avec l'une ou l'autre des deux soies qui composent la paire.

La coïncidence des *nephridia* et des vésicules copulatrices à la même soie poussa M. Perrier à abandonner l'hypothèse de l'homologie entre les deux organes, bien qu'il penchât encore à admettre l'hypothèse de deux séries de *nephridia;* d'autant plus que cette hypothèse expliquait parfaitement l'ensemble des faits qu'il avait découverts et dont je donne un court aperçu dans la présente note.

Laissant de côté les considérations d'homologie entre les *nephridia* et les conduits génitaux, j'ai à présenter quelques faits nouveaux qui me permettent d'admettre la présence de plus d'une paire de *nephridia* pour chaque segment du corps.

J'ai précédemment essayé d'indiquer les principaux résultats des découvertes de M. Perrier sur les *nephridia* des Lombriciens, bien que, d'après mes propres observations, je ne puisse admettre exactement les conclusions auxquelles il arrive : il est certain qu'avec les faits dont disposait M. Perrier il ne pouvait tirer aucune autre conclusion que celle qu'il en tira, à savoir : la présence évidente de deux séries de *nephridia*, chez les Lombriciens terrestres, de chaque côté du corps ; un seul *nephridia* correspondant à chacune des quatre paires de soies et n'ayant pas de relations distinctes avec l'une ou l'autre des soies qui composent la paire.

Je dois dire que, dans son dernier Mémoire sur les Lombri-

ciens, M. Perrier (1) a définitivement abandonné l'hypothèse du professeur Lankester, ayant reconnu l'impossibilité d'établir une comparaison entre les *nephridia* et les conduits génitaux.

La coïncidence de vésicules copulatrices avec des *nephridia* s'ouvrant sur la même série de soies chez le même animal, et ce fait, que les canaux déférents traversent plusieurs segments du corps eux-mêmes pourvus de *nephridia*, fit abandonner par M. Perrier l'idée de toute homologie entre ces deux séries d'organes. Dans ce cas, l'hypothèse de deux séries de *nephridia* devenait donc clairement inutile.

Il me semble cependant qu'à part certaines considérations sur l'homologie des *nephridia* avec les organes génitaux, les faits découverts et si bien décrits par M. Perrier justifient, dans une large mesure, sa première conclusion. La constance de ces relations entre les *nephridia* et les soies, leur alternance en position dans les différents genres, sont des faits qui ne peuvent s'expliquer que si l'on admet la présence originelle, typique, de plus d'une paire de *nephridia* par segment du corps.

La dissection d'une grande espèce de Lombricien que j'ai reçue de Nouvelle-Zélande, grâce à l'obligeance de M. le professeur T.-J. Parker, m'a permis d'étudier d'une manière satisfaisante les différents faits décrits par M. le professeur Perrier.

Ce Lombricien appartient au genre *Acanthodrilus*, suivant toute apparence, et est, en tous cas, pourvu, comme celui-ci, de quatre orifices génitaux mâles situés par paires dans les seize et dix-huit segments du corps. Les apparences, observées en faisant la dissection d'un grand exemplaire de cette espèce (mesurant douze pouces de longueur et un demi-pouce de diamètre) semblèrent m'indiquer l'existence de huit *nephridia* dans chaque segment du corps, chacun d'eux correspondant à chacune des huit soies qui, dans cette espèce comme chez

(1) *Archives de Zoologie expérimentale*, t. IX.

Plutellus, ne sont pas disposées par paires, mais en huit rangs presque équidistants l'un de l'autre.

Les *nephridia* appartenant à la paire de soies dorsales étaient tout à fait distincts l'un de l'autre, et il était possible, à l'aide d'une loupe, de suivre le trajet de chacun d'eux dans la paroi du corps, tout près et un peu en avant de la soie. Les *nephridia* des deux séries ventrales n'étaient ordinairement pas aussi distincts l'un de l'autre, mais formaient comme un écheveau compliqué de tubules glandulaires attachés auprès des cloisons intersegmentaires.

Ces apparences furent confirmées en faisant une série de coupes transversales dans les différentes régions du corps.

Le canal néphridien traverse le tissu conjonctif lâche qui remplit l'espace laissé libre entre la soie et ses muscles d'une part, et la tunique musculaire longitudinale d'autre part ; il suit une direction généralement parallèle à celle de la soie, tantôt d'un côté, tantôt de l'autre, jusqu'à la ligne de jonction des tuniques musculaires circulaire et longitudinale. En ce point le canal prend une direction plus ou moins à angle droit avec sa première direction, entre les tuniques musculaires longitudinale et circulaire.

Cette portion du canal néphridien est très courte dans presque tous les *nephridia* les plus dorsaux ; là le canal néphridien passe le long de la tunique musculaire presque jusque dans le voisinage du pore dorsal où il s'ouvre à l'extérieur ; dans les *nephridia* appartenant aux autres soies, les orifices externes sont situés tout près, généralement du côté dorsal.

J'ai représenté dans ma figure 1 la marche d'un canal excréteur néphridien appartenant à une soie dorsale ; dans un autre exemple, j'ai remarqué que le canal du *nephridium* le plus dorsal, au lieu de se diriger vers le pore dorsal, prenait une direction directement opposée ; mais je n'ai pas été assez heureux pour pouvoir affirmer s'il possède un orifice externe commun à lui et au *nephridium* dorso-latéral, ou s'il en a un propre.

Le canal excréteur, en tout cas, est formé par un rang de cellules perforées telles que Claparède les a pour la première fois décrites chez *Lumbricus ;* la portion la plus distale de ce canal cependant, quand elle a traversé la tunique musculaire circulaire, perd ces caractères jusqu'à son orifice externe; la lumière dans ce cas, au lieu d'être intra-cellulaire, c'est-à-dire contenue au milieu du corps des cellules qui forment le canal, semble un peu élargie et formée par une assise de cellules délicates qui l'entoure radialement. Le tégument chitineux semble se continuer à l'intérieur de la lumière du tube pendant un certain temps. Les ouvertures des *nephridia* sont entourées de cellules épidermiques qui convergent vers l'orifice.

La coupe de la portion terminale du canal *nephridia* n'offre pas de parois musculaires, comme les figure Gegenbaur chez le Lombric et comme on les retrouve aussi, mais à un degré bien plus exagéré, chez d'autres espèces de Lombriciens dont je parlerai plus tard. Le *nephridium* tout entier, en en exceptant cette portion terminale du canal excréteur, semble consister en une simple rangée de cellules perforées pour former la lumière du canal néphridien.

J'ai observé ce mode de constitution des *nephridia* sur un grand nombre de coupes faites dans diverses régions du corps. Dans la portion antérieure, comprenant au moins la première douzaine de segments, cette constitution est un peu différente : chacune des soies est pourvue d'un *nephridium* spécial; mais le canal, au lieu de s'ouvrir à l'extérieur par un simple orifice, se ramifie en un grand nombre de branches, dont chacune s'ouvre à l'extérieur par un orifice spécial.

En arrachant certaines plages de cuticule, il devient très facile de découvrir les orifices des *nephridia* sur ses côtés et d'en déterminer la position.

Entre les différentes soies d'un segment, les ouvertures néphridiennes semblent former sur les préparations de cette espèce comme des orifices circulaires entourés d'une bordure épaissie. Cette apparence de bordure épaissie est due à une

portion invaginée de la cuticule qui revêt la portion terminale du canal néphridien.

Le diamètre de ces orifices est un peu moindre que celui des soies, et la bordure n'y semble pas si épaisse pour cette raison que la cuticule ne s'y étend pas si loin à l'intérieur de la paroi du corps que dans les soies. Entre deux soies quelconques des huit qui, comme nous l'avons déjà montré, sont toujours situées dans chaque segment du corps, se trouve une série continue d'orifices néphridiens qui s'étendent à peu près en ligne droite en réunissant les deux soies ; mais çà et là certains d'entre ces orifices dévient de la ligne droite et sont situés ou un peu en avant, ou un peu en arrière, de sorte que leur arrangement forme une sorte de ligne en zigzag; quelquefois les deux pores néphridiens sont situés l'un derrière l'autre dans une direction parallèle à l'axe longitudinal du corps. Le nombre des pores néphridiens dans un seul segment varie légèrement de segment à segment; dans deux métamères consécutifs, par exemple, leurs nombres étaient les suivants : 114, 119. Les pores néphridiens ne sont pas plus nombreux d'un côté que de l'autre, et ils semblent être également distribués tout à l'entour du corps.

Ces orifices sont réellement les ouvertures des *nephridia* et ne sont pas en relation avec quelques glandes cutanées ou quelques formations analogues; c'est ce que je suis en mesure de prouver par des coupes transversales. Une de ces coupes est représentée dans la figure 7 : elle montre l'existence des deux soies ventrales et le tubule néphridien bifurqué à l'intérieur de la couche musculaire longitudinale du corps, chaque branche s'ouvrant à l'extérieur par un orifice séparé et se continuant avec un tronc longitudinal; ce tronc court parallèlement aux fibres de la couche musculaire et émet quelques courtes branches çà et là vers l'extérieur.

Il semble donc que les tubules néphridiens de toutes les huit soies se continuent les uns avec les autres et forment un canal courant en direction circulaire et émettant çà et là quelques branches transverses qui s'ouvrent à l'extérieur du

corps. Ce mode de structure est schématiquement représenté dans la figure 4 d'après un grand nombre de coupes à travers le segment. *b*, *b'*, *b''* sont trois des soies s'étendant à travers les parois du corps ; *b* est la soie la plus ventrale, *b'* la soie ventro-latérale ; *b''* la soie dorso-latérale ; *a*, *a'*, *a''*, sont les tubules néphridiens correspondant à ces trois soies. Ils traversent la paroi du corps et s'anastomosent les uns avec les autres en formant un vaisseau circulaire continu qui émet à des intervalles plus ou moins réguliers des ramuscules courts passant au travers de l'épiderme et s'ouvrant au dehors.

En ayant fini avec la distribution des canaux néphridiens dans la partie antérieure du corps, j'ai examiné avec soin mes coupes de la portion postérieure du corps du même animal, afin de m'assurer si la structure était réellement la même dans cette portion que dans l'antérieure. Or je n'y ai jamais rencontré, en faisant mes coupes, plus d'une seule ouverture néphridienne pour chacune de mes 8 soies.

Les derniers segments dans lesquels j'ai observé des *nephridia* s'ouvrant à l'extérieur par une multitude d'orifices étaient ceux contenant les glandes prostatiques. Les faits qui viennent d'être décrits résultent surtout de l'étude minutieuse et de la comparaison d'un très grand nombre de coupes de diverses régions du corps ; je ne puis cependant prétendre avoir étudié la disposition des *nephridia* dans chaque segment du corps : le seul spécimen de Ver qui fût suffisamment conservé pour permettre l'étude de la marche des tubules néphridiens à travers les parois du corps était en effet d'une telle taille, que c'eût été une tâche presque interminable de se livrer à cet examen. Il ne me semble d'ailleurs pas probable que la structure des *nephridia* diffère d'une façon importante de celle que j'ai observée et enregistrée dans ces dernières pages ; j'ai particulièrement cherché à m'assurer si les tubules néphridiens ne pénétraient jamais dans la paroi du corps à une certaine distance des soies ; mais dans aucun cas sur mes coupes je n'ai pu trouver de preuves que cela fût le cas normal ; de la même manière dans la région du *clitellum* les tubules néphridiens, au

lieu d'aller jusqu'à la ligne de jonction des tuniques musculaires longitudinale et circulaire, m'ont souvent montré un arrangement un peu différent émettant des branches immédiatement en quittant la cavité du corps et longeant la couche musculaire longitudinale. Ces branches traversent alors les muscles longitudinaux dans une direction oblique pour atteindre l'extérieur. Je résume brièvement les faits concernant les *nephridia* de l'*Acanthodrilus multiporus*, comme je peux dénommer cette espèce.

1. Dans chaque segment du corps, on trouve huit conduits néphridiens ; chacun d'eux s'ouvrant au dehors à travers la paroi du corps dans le voisinage de chacune des huit soies.

2. Dans la région postérieure du corps, chacun des conduits néphridiens s'ouvre au dehors par un seul orifice, qui est généralement, mais pas toujours, situé du côté dorsal de la soie. Généralement l'orifice du *nephridium* est placé tout près de la soie ; mais dans le *nephridium* placé le plus dorsalement l'orifice se trouve presque à moitié chemin entre la soie dorsale et le pore dorsal.

3. Dans la région antérieure du corps environ à partir du dix-huitième segment chaque conduit néphridien s'ouvre au dehors par une multitude d'orifices qui forment une série continue située entre les soies de chaque segment et s'étendant tout autour du corps.

4. Les divers *nephridia* de chaque segment paraissent être en continuité l'un avec l'autre dans l'intérieur de la cavité du corps et dans sa région antérieure les conduits excréteurs forment un canal circulaire.

5. Les *nephridia*, en en exceptant leur portion terminale, consistent en des séries de cellules perforées, leur lumière ou canal étant ainsi intra-cellulaire; la portion terminale de ce canal, légèrement plus large que le reste, consiste en un tube surmonté de délicates cellules nuclées, doublé par un revêtement de la cuticule superficielle chitineuse.

Il nous reste maintenant à voir ce que ces faits peuvent nous

apprendre sur la morphologie générale des Annélides en général et des Oligochètes en particulier.

J'ai appelé dernièrement l'attention sur le fait que le Dr Hugo Eisig (1) de Naples a découvert : que chez certains Capitellidés, il y a plusieurs *nephridia* dans certains segments du corps, et que ces *nephridia* dans beaucoup de cas sont réunis les uns aux autres par des branches anastomotiques. Je suis en mesure d'étendre cette découverte aux Oligochètes; mais il est assez difficile de comparer la structure des *nephridia* des Capitellidés avec celle que je viens de décrire pour l'*Acanthodrilus multiporus*. Il y a pourtant certains points de concordance entre la disposition des *nephridia* dans les deux groupes, outre ce fait que chacun d'eux possède plus d'une seule paire de ces organes dans chaque segment du corps.

En premier lieu, la communication entre plusieurs *nephridia* de chaque segment est un fait commun à ces deux formes, fait qui les rapproche également des embryons vertébrés, comme le Dr Eisig l'a lui-même montré pour les Capitellidés. Il y a en outre un autre point de ressemblance dans la bifurcation du canal excréteur : Un récent observateur (2) qui s'est occupé de l'anatomie des Capitellidés soutient que le canal de chaque *nephridium* n'est pas simple, mais se divise en un certain nombre de branches, chacune desquelles finit en cul-de-sac sous la cuticule externe. Ceci est exactement comparable à ce que j'ai moi-même décrit pour les *nephridia* de l'*Acanthodrilus*, au moins dans la région antérieure du corps.

Le fait que chez les Capitellidés les petits conduits ne sont pas actuellement ouverts, mais terminés en cul-de-sac renfermés au-dessous de la cuticule, n'influe pas naturellement sur l'exactitude de cette comparaison.

D'un autre côté, le groupement irrégulier des tubes néphridiens des Capitellidés autour des parapodes ventraux est très

(1) *Die segmentalorgane d. Capitelliden* (*Mitth. a. d. Zool., Stat. Neapel*, I. 1879).

(2) W. Fischer, *Zoologischer Anzeiger*, Bd VI, nos 139 et 146.

différent de l'ordre qui existe dans leur arrangement chez *Acanthodrilus multiporus;* de sorte qu'il devient très difficile d'établir une comparaison.

C'est une chose bien connue que dans les diverses espèces de Vers de terre les soies se présentent en nombre très différent; dans le Lombric et d'autres genres on trouve quatre séries de paires. Dans *Acanthodrilus multiporus*, *Pontodrilus*, etc., les deux soies de chaque paire s'écartent beaucoup, de sorte qu'il existe ainsi huit séries longitudinales d'une seule soie chacune à peu près équidistantes. Finalement dans le Périchète, il y a un grand nombre de soies formant une série continue autour de chaque segment. Il n'est pas encore bien prouvé lequel de ces arrangements doit être regardé comme le type primitif. En somme, jusqu'à présent, toutes les probabilités semblent être en faveur de l'opinion qui regarde comme typique le nombre de quatre paires de soies.

M. Perrier s'est déclaré lui-même en faveur de cette hypothèse. C'est là le principal argument dont il use pour prouver la similitude entre les quatre paires de soies du Lombric et les quatre parapodes des Polychètes; assimilation qui est généralement adoptée par les naturalistes. M. Perrier a en outre émis cette idée que la croissance des soies de remplacement pouvait être rapportée au mode caractéristique des Périchètes où, dans certaines espèces, M. Perrier a observé chez les jeunes un nombre de soies moins considérable que chez les adultes, sans pouvoir d'ailleurs malheureusement en fixer le nombre d'une manière précise. D'un autre côté, certains faits découverts par M. Perrier semblent favoriser l'opinion qui regarde les Périchètes comme la forme primitive.

Chez les Urochètes (1), il y a huit soies dans chaque segment, largement espacées l'une de l'autre; ces soies ne se suivent pas en ordre régulier de segment à segment, mais sont disposées en quinconce.

Entre les soies sont situés, à des intervalles plus ou moins

(1) *Archives de Zoologie expérimentale*, t. III.

réguliers, un certain nombre de glandes propres contenues dans des diverticulums de la cuticule ; ces glandes ont été figurées et décrites par M. Perrier ; Vejdowski (1) a reconnu la présence des glandes, absolument semblables, dans une espèce d'Anachètes où *elles remplacent les soies ;* on peut dès lors présumer que chez les Urochètes ces glandes sont homologues avec les soies, et dans ce cas, les Urochètes descendraient d'une forme ancestrale avec une série continue de soies autour de chaque segment.

Il me semble que les nouveaux faits que j'ai décrits dans la présente note confirment entièrement la dernière alternative en expliquant accessoirement quelques-uns des faits découverts par M. Perrier dans la disposition variable des *nephridia*. J'ai montré qu'à chaque soie correspond un simple *nephridium*, et que chez l'*Acanthodrilus multiporus*, où il y a huit soies, il y a conséquemment huit orifices néphridiens pour chaque segment. (Je laisse de côté, pour le moment, la ramification des conduits de la partie antérieure du corps.)

Or cela me semble expliquer les divers faits découverts par M. Perrier, au sujet des orifices néphridiens du *Plutellus*, de l'*Anteus*, etc. ; on se souviendra que dans *Plutellus* il y a une alternance dans la position des orifices néphridiens ; dans quelques segments ces orifices étant situés plus près d'une soie dorsale, plus près d'une soie ventrale dans d'autres ; ils n'ont cependant pas de relation constante avec l'une ou l'autre des soies qui composent la paire ; les orifices n'alternent pas seulement de paire à paire de soies, mais de soie à soie dans chaque paire. Ceci est clairement exposé dans les nouveaux faits que je viens de rappeler dans la présente note. Chez *Plutellus*, nous trouvons des traces, non de deux séries de *nephridia*, une ventrale et une dorsale, chacune correspondant à une des deux séries de paires de soies, mais autant de *nephridia* qu'il y a de soies, c'est-à-dire huit par chaque segment de chaque côté du corps.

(1) *Monographie der Enchytraiden.*

J'ai déjà amplement démontré la vraisemblance de cette opinion en examinant une autre espèce du même genre *Acanthodrilus*. Dans une courte notice publiée dans le *Zoologischer Anzeiger* (1), je faisais remarquer qu'il y avait là une alternance dans la position des ouvertures des tubes néphridiens, semblable à celle décrite par M. Perrier chez *Plutellus*. Dans cette espèce cependant les soies sont placées comme chez *Lumbricus* en quatre séries de paires; une étude soigneuse de la situation exacte des pores néphridiens montre qu'ils ne sont pas placés d'une manière indéterminée en avant de la paire de soies, mais en avant de l'une ou de l'autre des deux soies, la supérieure ou l'inférieure, suivant le cas, de celles qui composent la paire. Cette observation tend à montrer que le fait que nous avons indiqué chez les *Acanthodrilus multiporus* n'est pas particulier à cette espèce; mais que, ailleurs aussi, les pores néphridiens sont en relation définie, non avec une paire de soies, mais avec chacune des soies en particulier.

C'est pourquoi je suis obligé de tirer cette conclusion que l'hypothèse du professeur Ray-Lankester de deux paires de *nephridia* n'est pas suffisante, quoique, d'une manière générale, on puisse la regarder comme vraie dans les limites où il la donne, et que M. Perrier, bien qu'il eût raison d'abandonner cette hypothèse, avait tort de ne pas attacher plus d'importance aux faits qu'il venait de découvrir.

J'ai essayé de montrer que ces faits ont une importance réelle et qu'ils sont entièrement en harmonie et tout à fait expliqués par les résultats auxquels je suis arrivé en étudiant les *nephridia* de l'*Acanthodrilus multiporus*.

Il reste maintenant à voir si ces faits jettent quelque lumière sur l'origine des Vers de terre et si la forme ancestrale possédait quatre paires de soies, ou si elle était une forme libre de Périchètes munie d'une rangée continue de soies : il me semble que la dernière hypothèse est la seule vraie. Je pense avoir

(1) Band VIII, n° 195.

montré suffisamment, dans la présente note, les raisons pour lesquelles je crois que les orifices néphridiens dans les Lombriciens sont en relation définie, non point avec une paire de soies, mais avec chaque soie individuellement. Or il me semble que l'existence d'une rangée complète de pores néphridiens entre les soies, comme je l'ai écrit pour la partie antérieure du corps de l'*Acanthodrilus multiporus* montre que les ancêtres de ces Vers possédaient une rangée complète de soies; un seul pore néphridien correspondant à une des soies, les soies qui dépassaient le nombre de huit ont disparu, mais les pores néphridiens correspondants ont subsisté. Le fait que chacun de ces pores n'est plus en relation avec un canal indépendant, mais qu'ils tendent à former un canal commun traversant la paroi du corps dans le voisinage de chaque soie, me paraît être une marque que les *nephridia* appartenant aux soies disparues sont eux-mêmes en voie de régression. Dans la partie postérieure du corps de ce même Ver de terre, ces pores néphridiens supplémentaires ont eux-mêmes entièrement disparu, et il n'en reste plus qu'un pour chaque soie. Dans d'autres Lombriciens, avec huit soies séparées (comme chez *Plutellus*) il y a des vestiges semblables d'une série complète de *nephridia*, chacun correspondant à chacune des huit soies. Finalement nous pouvons présumer que les deux soies de chaque paire se sont rapprochées davantage et ont pu ainsi favoriser la locomotion; dans ce cas, les *nephridia* présentent encore des traces de leur origine première comme étant les restes d'une série complète de *nephridia* en relation avec des soies.

C'est ce que j'ai montré chez l'*Acanthodrilus*, où les *nephridia* alternent entre eux; si, au contraire, nous admettons l'hypothèse que la nature a suivi une marche inverse et que le Lombric représente la forme la plus ancienne, les Périchètes, la forme la plus différenciée, il nous est évidemment permis de faire une comparaison entre les quatre parapodes des Polychètes et les quatre paires de soies de *Lumbricus*.

Maintenant nous savons que chez les Polychètes les pores

néphridiens sont situés à la base des parapodes, et chez les Arthropodes qu'il y a généralement une relation entre les organes que l'on a cru devoir représenter les *nephridia* des Vers et les appendices locomoteurs, que l'on peut d'autre part assimiler à la paire ventrale de parapodes des Vers (je ferai seulement mention de la glande coxale de la Limule et de la Mygale, des glandes vertes des Crustacés, des conduits génitaux (?) des Crustacés et des organes glandulaires particuliers trouvés dans les membres thoraciques de beaucoup d'Amphipodes). Tout le temps que l'on a cru que, chez les Lombriciens, les pores néphridiens correspondaient à deux paires de soies, leur comparaison avec les parapodes des Vers semblait probablement correcte ; en considérant l'étroite parenté que, sous d'autres rapports, on constate entre les Polychètes et les Oligochètes, il semblait tout à fait naturel de supposer que la paire de soies était l'homologue dégénérée des parapodes.

Mais, puisque j'ai montré déjà bien des fois que les pores néphridiens ne correspondent pas du tout aux paires de soies, mais bien aux soies elles-mêmes, la comparaison entre une paire de soies et un parapode n'est plus valable.

Nous avons des preuves concluantes que, chez le Lombric avec seulement huit soies par chaque segment, il y a primitivement un canal néphridien pour chacune des soies. La meilleure interprétation de certains faits de la structure de l'*Acanthodrilus multiporus* me paraît se trouver dans l'hypothèse que dans les Lombriciens libres du genre *Perichæta* avec une rangée complète de soies, il existe également une rangée de pores néphridiens pour chaque soie.

Or, en ayant ces faits sous les yeux, pourrions-nous présumer que la structure des *nephridia* de l'*Acanthodrilus multiporus* est dérivée de la structure typique du genre *Lumbricus* par une multiplication du nombre de *nephridia?* Une telle hypothèse serait une pure affirmation dénuée de valeur et laissant inexpliquée la structure observée par M. Perrier dans *Plutellus*, *Anteus*, etc., et par moi-même dans *Acanthodrilus*

avec l'alternance des *nephridia;* faits qui, au contraire, sont clairement expliqués dans l'hypothèse qui regarde les *nephridia* de l'*Acanthodrilus multiporus* comme présentant une structure ancestrale de laquelle sont dérivées les autres formes, et dont on retrouve des traces chez d'autres Lombriciens.

En finissant, je désire exprimer mes remerciements à M. A. S. Barnes pour quelques-unes des figures qui accompagnent cette note.

EXPLICATION DE LA PLANCHE.

Les lettres suivantes ont la même signification dans toutes les figures :

e, épiderme.
m, couche de muscles circulaires.
m', couche de muscles longitudinaux.
s, soie.
s', soie de remplacement.
c, cuticule.

Fig. 1. Section transversale à travers la paroi du corps de l'*Acanthodrilus multiporus* dans le voisinage des soies dorsales. — *n*, *nephridium;* *o*, son orifice externe; *p*, muscles des soies.

Fig. 2. Section transversale dans la partie antérieure du corps, pour montrer la portion terminale d'un des conduits néphridiens. — *o*, ouverture microscopique du *nephridium*.

Fig. 3. Diagramme montrant la disposition des *nephridia* dans la région postérieure du corps. — *o*, orifice externe; *i*, intestin avec les typhlosolis.

Fig. 4. Diagramme montrant la disposition des *nephridia* dans la partie antérieure du corps. — Ils s'ouvrent par de nombreux orifices *o* : *b*, *b'*, *b''*; trois soies, *a*, *a'*, *a''*, parties terminales des *nephridia* correspondant aux trois soies. (Cette figure doit être comparée à la précédente.)

Fig. 5 Partie de la cuticule, dans la portion antérieure du corps, montrant de nombreux pores néphridiens placés entre les soies *s*. — *o*, pores néphridiens; *o'*, orifices plus petits.

Fig. 6. Coupe transversale à travers la paroi du corps, à angles droits avec la tunique musculaire circulaire. — *n*, *nephridium* : canal du *nephridium* tra-

versant la paroi du corps plongé dans le tissu conjonctif lâche; *p*, cellules du péritoine; *b*, corps glandulaires en relation avec des soies.

Fig. 7. Coupe transversale dans la région antérieure du corps, pour montrer la ramification du canal excréteur. — *o*, son ouverture externe.

Fig. 8. Dissection du côté gauche du corps, pour montrer les *nephridia*. — *n*, système nerveux; *p*, pores dorsaux; *a*, *a'*, *a''*, *a'''*, soies; entre les soies, on peut voir les *nephridia* qui ont une disposition plus ou moins régulière par rapport à elles. (Le tube digestif a été entièrement enlevé.)

NOTE

SUR

LE MICROTHORAX AURICULA nov. sp.

Par M. P. FABRE-DOMERGUE.

Le genre Microthorax appartient à l'ordre des Infusoires Hypotriches et comprend deux petites espèces découvertes par Engelmann : *M. sulcatus* et *M. pusillus.* J'ai élevé pendant plus de six mois dans une culture d'algues prises dans la Seine une espèce du même genre, mais dont le facies général et certains détails d'organisation ne permettent point de l'assimiler à l'une des deux formes décrites par Engelmann. Je propose donc de lui donner le nom de *Microthorax auricula*, pour rappeler la ressemblance bizarre que présente avec une oreille ce petit infusoire hypotriche.

Longueur : 0,030-0,040 mm.

Corps déprimé, réniforme, non contractile, environ deux fois aussi long que large; partie postérieure du corps plus large que l'antérieure, bord latéral gauche légèrement concave ou presque rectiligne; bord latéral droit fortement convexe.

Face dorsale légèrement convexe, relevée vers le bord antérieur, glabre et unie. Face ventrale présentant une concavité correspondant à la convexité de la face dorsale et portant un bourrelet semi-circulaire qui occupe toute la moitié droite du corps et dont le bord libre partant du sommet du bord gauche vient le terminer vers le tiers postérieur du corps. La face ventrale porte encore à sa partie postérieure trois petits bourrelets allongés, celui de gauche étant séparé des deux autres par la fosse buccale.

Cuticule anhyste transparente et inflexible.

Cils doués de mouvements volontaires, localisés à la face ventrale; minces et rigides, assez largement espacés, longs de 10 μ environ aux régions postérieure et antérieure et de 8 μ sur le reste du corps. Ceux du bord libre du bourrelet implantés de façon à former une rangée parallèle au corps et destinée à conduire les aliments dans la fosse buccale.

Bouche située entre la seconde et la troisième éminence postérieure, entourée de cils et munie de deux lèvres vibratiles à mouvements fort rapides.

Parenchyme clair, transparent, contenant de nombreuses granulations vertes (spores d'algues).

Noyau arrondi située à la partie moyenne du corps et accompagné d'un très petit nucléole.

Vésicule contractile située un peu à droite et au-dessus de la fosse buccale présentant des contractions très lentes.

Je n'ai pas observé la position de l'anus.

M. auricula court sur sa face ventrale au milieu des algues en décomposition dont il fait sa nourriture. Son allure est lente et comme indécise. Il diffère des *M. sulcatus* et *pusillus* par l'absence de tout sillon dorsal et la présence du bourrelet semi-circulaire et des trois bourrelets postérieurs.

RECHERCHES BIOLOGIQUES

SUR

L'ASTASIA OCELLATA n. s. ET L'EUGLENA VIRIDIS Ehr.

Par W. KHAWKINE, à Odessa.

PREMIÈRE PARTIE.

La position que les Astasiens et les Eugléniens occupent parmi les autres organismes microscopiques, ainsi que les rapports réciproques qui les relient eux-mêmes, attirent sur eux l'attention des naturalistes, et nous avons déjà beaucoup de travaux sur ce sujet. Malgré cela, aucune des questions fondamentales soulevées par ces investigations n'a encore reçu une solution définitive. Sans parler de ce que, jusqu'à présent, on est loin d'être d'accord sur la nature « animale » ou « végétale » de ces organismes, on ne peut encore déterminer avec assurance leur plus ou moins proche parenté dans la classification ; aussi n'a-t-on pas encore tranché la question de savoir si les Astasiens et les Eugléniens présentent deux classes indépendantes, ou bien si les Astasiens ne sont que des Eugléniens modifiés ou *vice versa*.

Le travail qui sera exposé dans cet article a pour but d'étudier de plus près quelques particularités d'*organisation* et de *vie* de ces organismes, et de contribuer à la solution des problèmes indiqués à l'aide d'une série de faits tirés de leur *développement*.

L'ASTASIA OCELLATA.

Parmi les représentants de la classe des Astasiens, je choisis pour une investigation plus détaillée une nouvelle forme trouvée aux environs d'Odessa et qui présente un point rouge

oculiforme servant à sa diagnose caractéristique (1). Comme cette particularité était jusqu'ici exclusivement attribuée aux Eugléniens et servait même souvent aux naturalistes pour distinguer ceux-ci des Astasiens, je nommerai cette espèce, d'après son point oculiforme, *Astasia ocellata.*

I

Description.

Caractères constants : protoplasma; filament flagelliforme, fosse buccale, point oculiforme, vésicule, pharynx. — *Caractères variables :* formes du corps, grandeur; grains, leur quantité et leur disposition; rapports de la quantité et de la disposition des grains avec la forme du corps.

L'*Astasia ocellata*, dans quelques conditions qu'elle vive, se présente avec un protoplasma toujours incolore et transparent, non grenu, hyalin et d'apparence tout à fait homogène dans toute la masse du corps; contenant presque toujours un certain nombre de grands grains brillants et toujours dépourvu d'enveloppe, excepté le cas de l'enkystement. Cet organisme est pourvu d'un seul filament flagelliforme, 1 1/2-2 fois aussi long que le corps et partant d'un enfoncement placé à l'extrémité oblique antérieure. A ce même endroit se voit toujours très clairement un point rouge oculiforme allongé, qui occupe, par rapport à l'axe du corps, une position oblique. Dans les cas où l'extrémité antérieure est dépourvue des grains dont nous avons parlé, on y aperçoit facilement une vésicule non contractile, et l'on observe alors que le point rouge touche au bord inférieur et extérieur de la vésicule; dans ces cas on remarque que la fosse d'où part le filament se prolonge en un canal qui se dirige contre la vésicule, mais ne l'atteint point.

Le nucléus ne devient visible qu'après l'action d'un réactif. A cet effet, on peut employer l'acide acétique dilué ou

(1) On verra plus loin en quoi cette forme se distingue de l'*Euglena hyalina*, citée par divers auteurs.

une solution d'iode; il vaut mieux se servir d'acide picrique pur ou contenant un colorant en dissolution, par exemple 3 ou 4 pour 100 de bleu d'aniline (1). Tandis que sous l'action de l'acide acétique le nucléus se manifeste comme une tache plus sombre que le reste du protoplasma, l'acide picrique, au contraire, le met en relief en réfractant beaucoup la lumière. Au milieu du nucléus se montre alors un grand nucléole plus réfringent encore. Le nucléus et le nucléole de l'*A. ocellata* ont ordinairement la forme sphérique; mais ils sont remarquables par leur consistance molle, qui leur permet, dans certaines conditions, de changer leur forme au plus haut degré, comme nous le décrirons plus bas. La position normale du nucléus est au milieu du corps.

Les caractères décrits ici sont les seuls qui soient constants chez l'*A. ocellata*, c'est-à-dire les seuls que l'on puisse trouver dans chaque individu appartenant à cette espèce, dans quelques conditions qu'il vive. Quant aux autres traits de son organisation, ils manifestent une variabilité singulière et *ne sont constants que dans des conditions de vie données*.

En premier lieu, la forme du corps. On peut la définir pour l'*A. ocellata* très précisément parce que, à l'opposé des Amibes, des Cercomonas et même des Péranèmes, les changements « spontanés » de forme, qui sont une particularité des Astasies (et des Euglènes), ne sont que des phénomènes isolés, résultat d'une excitation définie; la forme du corps est ici tellement indépendante des contractions spontanées, que dans toute une culture d'Astasies on n'observe qu'*une* forme commune, et que chaque individu, quelle que soit l'énergie de ses contractions accidentelles, regagne au repos presque la même forme normale, *celle-ci ne pouvant varier pour toute la colonie d'Astasies que comme conséquence d'une altération du milieu ou des conditions de vie*.

On peut distinguer neuf ou plutôt dix formes de corps présentées par l'*A. ocellata* dans les diverses conditions de vie.

(1) La réaction en est accélérée, si l'on ajoute une goutte d'acide acétique.

Toutes ces formes possèdent des caractères constants : une double symétrie du plan et un plus ou moins grand allongement longitudinal ; en outre, le bout antérieur est presque toujours oblique et plus émoussé, tandis que l'extrémité postérieure est plus aiguë. En dehors de ces caractères, l'aspect de ces organismes varie complètement, et *chaque forme persistant dans une culture donnée pendant des semaines et même des mois entiers,* il arrive, comme cela a été mon cas, que l'on est tenté de prendre chacune d'elles pour une espèce distincte.

Les diverses formes du corps de l'*A. ocellata* sont représentées en sections longitudinales dans la figure 1, *a-k* (1) ; je ne les décris pas, parce que la vue de ces schémas suffit pour s'en former une idée complète. En section transversale toutes ces formes, à l'exception de la forme *e*, donneraient un cercle, en sorte que l'on pourrait les définir comme des solides de révolution si ce n'était l'enfoncement latéral à l'extrémité antérieure ; quant à la forme *e*, elle présente les parois supérieure et inférieure aplaties.

La longueur ordinaire est d'environ $0^{mm},05$ et la largeur de $0^{mm},025$; mais dans certaines conditions la première peut atteindre $0^{mm},065$ et se réduire à $0^{mm},035$; la largeur maximum atteint $0^{mm},35$ et le minimum $0^{mm},008$. Souvent les individus plus courts sont en même temps plus larges.

Les grands grains réfringents, qui se trouvent presque toujours dans le corps de l'*A. ocellata*, ont l'aspect de petits solides d'une construction tout homogène. Ils ne se colorent pas par l'iode ; les acides, tels que l'acide acétique, l'acide muriatique, l'acide azotique, l'acide sulfurique, — même les plus concentrés, les font à peine gonfler. L'eau bouillante ne les change pas visiblement. L'alcali concentré, au contraire, produit un étrange effet sur ces grains ; le corps de l'Astasie se gonfle tout à coup très fortement, le liquide ambiant enva-

(1) Les formes *d* et *k* sont teintées à cause de leur originalité et de leur différence extrême avec toutes les autres formes que j'aurai l'occasion de représenter en lavis.

hit les cavités du protoplasma où se trouvent les grains, et les projette dehors avec violence et de tous les côtés; les grains restent encore visibles un instant sans subir aucune altération apparente, et disparaissent ensuite subitement. Pour examiner en détail cette opération, qui peut nous donner quelque idée sur la structure des grains, il faut commencer par lessiver lentement à l'alcali la goutte d'eau contenant les Astasies; celles-ci meurent en se raccourcissant; alors le protoplasma commence peu à peu à se modifier en s'approchant par sa réfraction de l'eau , et il cesse enfin d'être apparent. Les grains sortis de leurs cavités continuent à briller clairement. Si l'on continue le lessivage, ils se gonflent à peine visiblement; mais, après avoir atteint une certaine taille, ils restent invariables, malgré l'augmentation du lessivage alcalin. Enfin, à un certain moment, les grains disparaissent brusquement dans le liquide ambiant. Ce résultat ne peut être expliqué que par l'existence d'une membrane mince enveloppant le grain extérieurement et résistant quelque temps à l'action du réactif, malgré la pression de la masse intérieure gonflée; quand, à lessivage croissant, le volume augmente au point de rompre la membrane, le contenu du grain disparaît aussitôt dans le milieu ambiant. —La forme du grain peut être celle d'un polyèdre, d'une sphère ou d'un ellipsoïde. Parfois dans le même individu sont mêlés des grains de toutes ces formes ; mais ordinairement (et souvent dans tous les individus d'une certaine culture) tous les grains ont la même forme, par exemple la forme ellipsoïdale, comme cela arrive habituellement dans les colonies ayant la forme du corps indiquée sur la figure 1, *b*. Quant à la grandeur des grains, elle est variable dans des limites très larges; les plus grands atteignent 3,7 μ en diamètre; dans les grains ellipsoïdaux les deux axes peuvent avoir 4 μ et 2,5 μ. Les grains sont le plus souvent tout à fait incolores, et, quand ils sont grands et réfractent beaucoup la lumière (fig. 2), ils présentent de petits corps brillants à contours noirs (à cause de leur convexité). Parfois les grains réfractent beaucoup moins (fig. 3) et présentent

alors une irisation assez intense, et particulièrement jaunâtre ou bleuâtre, ce qui coïncide ordinairement avec la petite dimension des grains. La pesanteur spécifique des grains surpasse celle de l'eau.

Pour la quantité des grains contenus dans un individu, elle varie entre quelques unités et quelques centaines. Dans ce dernier cas tout le corps en est entièrement rempli, ils couvrent la vésicule, le canal pharyngien, et une couche fine d'ectoplasma reste seule libre; alors on voit que le point oculiforme est placé sur cette même couche périphérique et séparé de la vésicule, parce qu'il reste clairement visible au-dessus des grains qui couvrent la vésicule (fig. 2). Dans les cultures où les Astasies sont remplies de grains de la sorte, elles vivent ordinairement au fond du vase. — Mais chez les Astasies on peut trouver une quantité de grains suffisante seulement pour remplir un quart, un tiers, une moitié plus ou moins complète du corps, ou enfin pour le remplir complètement, à l'exception d'une faible partie. Dans ces cas, la position de cette accumulation partielle de grains peut être très variable en restant cependant remarquablement identique dans tous les individus d'une culture donnée. D'autre part, une culture d'Astasies peut être toute dépourvue de grains; elles ont alors un aspect tout différent et particulier (fig. 1, *d*, fig. 1, *k*). Dans ce cas, on trouve toujours dans le corps de l'Astasie un certain nombre de granules incolores et mats ou jaunâtres, qui sont tantôt dispersés par tout le corps en lui donnant un aspect grenu, tantôt au contraire accumulés au bout antérieur ou postérieur du corps ou aux deux, et se présentent alors comme une petite pelote mate ou jaune, laissant le reste du corps transparent et hyalin (fig. 1, *d*, fig. 1, *k*).

Comme les grains constituent une grande partie et parfois la plus grande partie de la masse du corps de l'*A. ocellata*, il semble qu'ils doivent beaucoup influer sur les *contours extérieurs* de son corps, et la première pensée qui vient aussitôt qu'on aborde la question de la diversité de ses formes exté-

rieures, c'est que la *quantité* et la *position* des grains y doivent jouer le principal rôle. Pour nous en faire une idée, il faut rapprocher les divers cas de plénitude et d'emplacement des grains avec les formes du corps qui y correspondent. A l'aide d'une série de procédés qui seront décrits plus bas, j'avais appris à remplir de grains une colonie d'Astasies jusqu'au degré voulu, et, ayant fait environ cent expériences et observations séparées et méthodiques, j'obtins des dessins d'Astasies, à ce qu'il paraît, dans tous leurs états possibles; or il nous est facile de faire ce rapprochement, au moins dans une certaine quantité de cas. Mais ici il paraît important de bien établir l'ordre à suivre pour notre rapprochement. Si nous voulions, par exemple, examiner quelle forme a le corps dans le plus simple cas d'abondance de grains, — quand il en est complètement rempli (ce cas écarte la variété de la *disposition* des grains, qui s'ajoute dans les autres cas à la variété de leur *quantité*), — nous trouverions que sous ce rapport il n'existe aucune régularité, parce que nous trouvons des cas où le corps tout rempli a la forme présentée dans la figure 1, *a*, tantôt la forme de la figure 1, *b*, tantôt la forme de la figure 1, *c*, de la figure 1, *h*, de la figure 1, *i*. Mais, si nous voulons procéder d'une façon inverse en recherchant, une forme étant donnée, quel serait le degré d'accumulation et la disposition des grains qui y correspondrait, dans ce cas les faits se disposeront dans un arrangement régulier et l'affaire deviendra plus claire. Il se manifeste alors une différence tranchante entre toutes les formes du corps. On voit d'une part qu'il y a des formes auxquelles ne correspond qu'un seul degré de plénitude et d'emplacement des grains, ou bien de degrés divers, mais du moins très proches et presque identiques; d'autre part, il s'en trouve quelques-unes qui, sous ce rapport, admettent la plus grande variabilité.

I. A la première catégorie de formes appartiennent :

La forme b (fig. 1) : tout le corps se présente rempli de

grains, sauf la petite extrémité postérieure qui parfois en est dépourvue.

La forme d (fig. 1) : les grains manquent entièrement (des granules jaunâtres remplissent la petite extrémité postérieure).

La forme e : les grains manquent (granules assemblés dans le coin postérieur ou dispersés par tout le corps).

La forme f : partie sphérique du corps remplie de grains, queue complètement libre.

La forme g : les grains manquent (granules minces dispersés dans la partie antérieure élargie).

La forme h : tout le corps est rempli de grains (fig. 2).

La forme i (fig. 1) : tout le corps est rempli de grains, sauf la petite extrémité postérieure, qui reste parfois libre.

La forme k : les grains manquent (parfois on voit de petits granules rassemblés devant la vésicule et dans l'extrémité postérieure ; d'autres fois, tout le corps a un aspect grenu provenant de granules mats dispersés).

II. A la seconde catégorie appartiennent :

La forme a (fig. 1) : 1° grains ramassés dans le premier tiers du corps ; 2° dans le second ; 3° dans le troisième tiers ; 4° les grains sont accumulés en deux masses dans le premier et dans le dernier quart du corps ; 5° ou dans le premier et le troisième quart ; 6° dans le premier et les deux derniers quarts ; 7° les grains sont dispersés ou remplissent tout le corps ; 8° ou encore ne laissent libre que l'extrémité postérieure ; 9° les grains manquent tout à fait, et de petits granules, mats ou jaunâtres, sont réunis dans la première moitié du corps, ou dans le bout antérieur et au milieu du corps, ou aussi dans le bout postérieur.

La forme c : 1° les grains remplissent soit exclusivement la partie antérieure élargie (fig. 3) ; 2° soit cette même partie avec la moitié antérieure de la partie rétrécie ; 3° ou tout le corps ; 4° les grains manquent, les granules sont dispersés par tout le corps, soit qu'ils apparaissent dans la partie antérieure ou au milieu du corps, soit dans le bout postérieur, ou enfin

qu'ils soient accumulés au-devant de la vésicule et dans l'extrémité postérieure.

En examinant ce tableau, nous remarquons que dans la plupart des formes sous lesquelles nous pouvons rencontrer l'*A. ocellata* (dans huit formes sur dix), il y a une quantité de grains toujours définie, disposés toujours de la même façon. Deux formes seulement sur dix sont de nature à contenir ces granulations de la manière la plus variable. Ce résultat nous réduit aux conclusions suivantes.

Les formes *a* et *c* (fig. 1) doivent être reconnues comme les plus naturelles et caractérisant l'*A. ocellata.* En effet, les granulations étant l'élément constituant le plus volumineux de cet organisme, les formes qui se manifestent comme les plus constantes et les plus indépendantes de la quantité et de la disposition de ces granulations, doivent être reconnues pour les formes les plus naturelles à l'organisme en question, et celles qui doivent être rattachées de la manière la plus intime aux caractères héréditaires d'organisation et de croissance (1).

Quant aux autres formes (fig. 1, *b*, *d*, *e*, *f*, *g*, *h*, *i*, *k*), la liaison étroite existant pour chacune d'elles avec la quantité et la disposition de grains contenus suggère de prime abord l'idée d'un rapport de cause à effet. Mais réellement l'affaire est ici plus complexe. La quantité et la disposition de grains ne peuvent être cause directe de la forme donnée, puisque la même plénitude se trouve aussi dans quelques autres formes; aussi la forme extérieure donnée ne peut-elle être la cause directe de la disposition, et encore moins de la quantité et de l'existence même de ces grains. Ainsi, il nous reste à conclure que toutes les deux, la forme et la plénitude de grains qui l'accompagnent toujours et infailliblement, se présentent comme conséquence d'une troisième cause quelconque produisant toujours les deux ensemble; conclusion qui sera prouvée par les faits ci-dessous exposés.

(1) Nous verrons plus loin la distinction à faire, sous ce rapport, entre ces deux formes, ainsi que la nature de leurs rapports réciproques.

II

Modes de mouvements.

Natation à l'aide du filament flagelliforme. — Contractions du corps : raccourcissement et allongement; changement de forme du nucléus et translation des grains pendant les contractions. — Consistance du protoplasma.

La natation de l'*A. ocellata* ne présente aucune particularité intéressante. En nageant, elle agite le filament flagelliforme dans toute sa longueur; mais, grâce à la finesse du filament et aux grandes dimensions du corps, qui a en outre presque toujours sa partie élargie en avant, l'Astasie ne peut nager qu'avec une lenteur relative. Le flagellum se meut de manière à décrire un cône dont le sommet correspond au point d'attache du filament, ce qui produit : 1° une natation égale et sans secousses; 2° une rotation continue du corps autour de l'axe longitudinal, accompagnée par un déplacement continu du bout antérieur et postérieur décrivant les cônes en sens opposés, et 3° le mode d'action du filament produit dans le liquide ambiant un tourbillon continuel qui fait affluer le liquide vers le point d'attache du filament, c'est-à-dire vers l'orifice buccal de l'Astasie. Souvent l'Astasie se fixe par son bout postérieur à quelque corps solide; alors l'agitation du filament produit une rotation de tout le corps, comme rayon, autour du point où elle s'est attachée, comme centre.

Un intérêt beaucoup plus grand se rattache aux contractions du corps qui sont spéciales à cet organisme.

Ici on doit distinguer deux modes, qu'on observe dans des cas et des conditions différentes : 1° le raccourcissement; et 2° l'allongement du corps. Le premier est beaucoup plus ordinaire et se présente comme plus normal. Il consiste en un rapprochement des extrémités antérieure et postérieure dans la direction correspondant à l'axe du corps (fig. 4). La forme que prend la masse du corps s'écarte alors nettement de celle

d'une sphère et se rapproche de celle d'une toupie présentant : un disque à surfaces parfois un peu enfoncées et à bords souvent très aigus (fig. 5, *a*), les deux extrémités du corps de l'Astasie jaillissant des centres de ces surfaces. Parfois, pendant des contractions moins énergiques, cette forme n'est réalisée que dans sa partie postérieure, et alors nous avons une figure qui se rapproche en partie de celle qui est représentée par la figure 1, *g* : la partie antérieure conserve presque la forme normale, tandis que la partie postérieure forme la paroi postérieure du disque de la toupie ci-dessus décrite. L'Astasie raccourcie de telle sorte continue à nager extrêmement vite, retourne à la forme normale et se raccourcit de nouveau. Les causes normales qui amènent cette forme de raccourcissement sont des chocs accidentels ; mais on trouve surtout beaucoup d'individus ainsi raccourcis, sitôt que dans la culture qu'ils habitent se manifestent les phénomènes d'une putréfaction intense, d'où le sulfhydrate d'ammoniaque se dégage en abondance. Cette observation met par conséquent un moyen à notre disposition pour produire à volonté ces raccourcissements, en retenant quelques moments une goutte avec des Astasies au-dessus de vapeurs d'ammoniaque ou d'ammoniaque sulfhydrique.

L'autre mode de contraction est présenté par la figure 5. On peut le regarder comme un *développement ultérieur* du précédent, qui ne s'opère cependant que dans des conditions exclusives, et présente des détails très originaux. Ce processus a été décrit d'une manière détaillée, par M. Perty, sur deux organismes très rapprochés de notre Astasie, l'*Eutreptia viridis* Perty, et l'*Astasia margaritifera* Smarda (1) ; mais cet observateur a omis quelques menus détails, qui ont cependant une signification essentielle pour l'explication de ce processus, ce qui l'amène à la conclusion suivante, qui paraît incompréhen-

(1) *Kleinste Lebensformen*, S. 128-129 ; t. IX. — M. Stein a représenté ce processus chez l'*Astasia proteus* St., sur le tab. XXII, fig. 44-47, de son *Organ. d. Infus.*, III Abth. ; ces figures et leur explication montrent que le processus présente, chez l'*A. proteus*, quelques différences considérables.

sible : « *Die unaufhörliche Gestaltveränderung wäre dann so zu erklären, dass nicht der Inhalt, sondern ein unsichtbares (dem Nervenäther analoges?) Princip hin und herströmt, welches die Anschwellungen verursacht. Das ein Fortschreiten der Anschwellung (diese ist den raschwechselnden Muskelauftreibungen bei gewissen Krämpfen vergleichbar)* nur *von hinten nach vorne, nicht auch von vorne nach hinten stattfindet, steht whol in Beziehung zur Differenz des hintern zum vordern, Faden tragenden Ende* » (*s.* 128).

Le processus commence par un raccourcissement de l'Astasie identique à celui que nous venons de décrire (fig. 5, *a*); mais ensuite, au lieu de se redresser jusqu'à la forme normale, comme nous l'avons indiqué ci-dessus, on observe que du centre de la paroi postérieure de la toupie commence à saillir de plus en plus la petite queue postérieure très amincie. La queue s'allonge de plus en plus, aux dépens du reste de la masse du corps, jusqu'à ce que celui-ci s'étende en un cylindre long et fin, s'amincissant graduellement vers le bout postérieur (fig. 5, *b-d*); le cylindre dépasse une fois et demie, ou plus encore, la longueur normale du corps. *Dès que tout le corps s'est étendu en cylindre*, on peut voir apparaître à son extrémité postérieure un petit gonflement sphéroïdal qui se met à grandir aux dépens du cylindre; cette extrémité, avec le gonflement croissant (fig. 5, *e*), semble d'abord être attirée vers le bout antérieur; ensuite, quand le gonflement devient assez grand, c'est au contraire la partie antérieure cylindrique qui paraît être entraînée dans le gonflement immobile (fig. 5, *f*); la longueur générale diminue et tout le corps reprend enfin la forme d'une toupie (fig. 5, *g*). *Quand cette forme est complètement rétablie*, la queue postérieure commence de nouveau à saillir graduellement et à s'allonger en cylindre; ces modifications se répètent exactement dans le même ordre que nous venons de décrire (fig. 5, *a-g*). Cela peut se reproduire bien des fois; mais peu à peu les contractions deviennent moins énergiques et plus lentes. Alors on peut observer les changements suivants : quand le gonflement agrandi réduit

la forme cylindrique du corps à celle d'une toupie (fig. 5, *f*), la queue postérieure commence à saillir avant que la partie antérieure du cylindre ait été complètement entraînée par le gonflement (fig. 5, *g'*); aussi, quand le corps s'étend en cylindre (fig. 5, *c*), avant que cet état réussisse à s'achever complètement, on voit déjà le gonflement apparaître au bout postérieur (fig. 5, *d'*); de même, à chaque répétition du processus on voit l'apparition du nouveau gonflement (au bout postérieur) prévenir *toujours davantage* la disparition de l'ancien gonflement (au bout antérieur) (fig. 5, *d'*), la partie du corps qui réussit à s'étendre en cylindre et qui sépare les deux gonflements devient toujours (après chaque répétition du processus) plus courte; en sorte qu'à la fin de l'évolution tout le corps ne présente plus que deux gonflements voisins (fig. 5, *d''*), dont l'un, situé en arrière, grandit et engloutit graduellement celui de devant, pour produire ensuite à sa queue postérieure un nouveau gonflement, devenir à son tour l'*antérieur*, et être enfin englobé par celui-là qu'il a produit. Or, la limite qui sépare les deux gonflements et qui se présente comme un resserrement annulaire s'avançant d'arrière en avant, devient toujours moins profonde et moins visible; les contours du corps vacillent encore faiblement pendant quelque temps, jusqu'à ce que l'Astasie fatiguée s'apaise définitivement et reste tranquille en forme elliptique ou ovale.

Comme nous l'avons déjà fait remarquer, l'Astasie produit cette seconde forme de contraction dans des conditions exclusives. On peut l'observer quand la goutte où l'Astasie nage commence à sécher; mais alors il est impossible que le processus se soutienne assez longtemps et d'une manière uniforme. Dans les cas rares où un très grand Infusoire, par exemple un *Paramœcium*, réussit à engloutir une Astasie nageant, on peut observer le processus décrit s'opérant pendant quelques moments au dedans de l'Infusoire. Ce dernier cas me suggéra l'idée de produire le même effet artificiellement au moyen de quelque liquide caustique pareil à ceux dont le protoplasma assiège les matières qu'il digère; en ajou-

tant à la goutte où les Astasies nagent quelques traces d'acides ou d'alcalis, j'obtins des résultats excellents : le processus commence presque immédiatement, et présente alors toutes les facilités pour une étude complète.

Ajoutons encore quelques détails qui accompagnent les contractions de cette seconde forme. A l'opposé de la première forme de contraction, l'Astasie, en se contractant de la sorte, cesse de nager et s'arrête sur le fond; *mais cela ne dépend aucunement de ce qu'elle aurait besoin d'un appui solide ou qu'elle devrait s'affermir à quelque objet par un bout de son corps;* pour s'en assurer, il suffit de l'entraîner par un courant d'eau : l'Astasie est alors passivement emportée et continue cependant de se contracter. Cette circonstance a une assez grande portée pour l'interprétation du phénomène de contraction.

Un autre détail intéressant est le changement de forme du nucléus. Si l'on fait agir l'acide picrique sur un certain nombre d'Astasies contractées de la manière exprimée par la figure 5, on peut observer le nucléus dans diverses parties des Astasies contractées à divers degrés. Si le nucléus se trouve par hasard au milieu de la forme cylindrique *d* ou *e* (fig. 5), il paraît, ainsi que le nucléole, très allongé, et affecte la forme d'un ellipsoïde allongé atteignant jusqu'à 10 μ de longueur, dont l'axe coïncide avec celui du corps; s'il se trouve dans la partie élargie de la forme *f* ou *g*, il présente le même aspect, mais son axe est alors perpendiculaire à l'axe du corps; s'il se trouve enfin dans la partie rétrécie de la figure *e*, mais près du gonflement naissant, il présente alors une forme conique dont le sommet est tourné vers le gonflement.

Enfin, pendant les contractions décrites, on peut observer un déplacement des granulations dans le protoplasma, ou plutôt le déplacement du protoplasma avec les granulations contenues, et se former une idée de la consistance de celui-là. *Le déplacement s'opère très difficilement;* l'Astasie peut répéter deux ou trois fois le processus de formation du cylindre et de la toupie, et, bien que dans ce processus il paraisse y avoir

une très grande translation de tout le contenu du corps, le cylindre reparaît de nouveau avec la même disposition des granulations qu'on y avait observée auparavant; ce n'est qu'après la réitération multiple du processus que l'on peut remarquer le déplacement d'un groupe donné de granulations, ainsi que M. Perty s'exprime à ce sujet : « *Bei ganz scharfer Beobachtung* glaubte *ich mich* (*aber*) *zu überzeugen, dass in der That kein Veränderung in der gegenseitigen Lage der perlartigen Bläschen im Innern* (*Blastien*) (1) *stattfindet.....* » observation qui n'est pas d'ailleurs absolument juste. Quand ils se déplacent, les grains ne laissent aucune trace dans le protoplasma. De cette sorte, *la masse intérieure du protoplasma de l'*A. ocellata *présente la consistance d'un liquide très dense et ductile, se déplaçant à grand'peine et à peine perméable pour des corps étrangers, tels que les grains qui y sont plongés.*

III

Notions générales sur le corps de l'A. ocellata.

Structure intime nécessitée par les processus de contractions et par quelques autres phénomènes. — L'*A. ocellata* considérée comme corps physique. — Conséquences générales.

Les faits ci-dessus exposés nous mettent en état d'arriver à une conception concrète du corps de l'*A. ocellata*, et nous indiquent par cela même la voie par laquelle on doit chercher l'explication de quelques-unes de ses particularités biologiques.

Bien que le corps de l'*A. ocellata* soit dépourvu d'une enveloppe telle que nous la trouvons chez les Volvociens et d'autres êtres, le protoplasma constituant son corps ne peut être néanmoins d'une construction uniforme. Dujardin a déjà fait la remarque qu'on doit supposer dans le protoplasma des ses

(1) Ce qui correspond à nos granulations.

« Eugléniens » (*Peranema*, *Astasia*, *Euglena*, etc.), une couche périphérique différenciée à laquelle il accorde, bien que sans raison suffisante, le nom de *tégument contractile.* Voici les considérations de Dujardin sur ce sujet : «... Quand le corps est susceptible de s'agglutiner et de s'étirer ensuite, c'est une preuve de l'absence d'un tégument; quand, au contraire, le corps toujours libre ne présente dans ses changements de forme que des renflements et des lobes arrondis, comme le pourrait faire un sac élastique non entièrement rempli d'une certaine quantité de matière qui change de place à l'intérieur sans changer de volume, on peut conclure que l'Infusoire est enveloppé lui-même aussi d'un tégument contractile (1). Un autre indice est pris de la disposition de la surface qui, dans les Monadiens nus, est inégalement renflée en nodules, tandis que dans les Eugléniens elle est lisse ou régulièrement plissée ou striée (2). » Ces considérations impliquent l'existence d'un *tégument* plutôt que la *contractilité* de celui-ci; et en effet, bien qu'elles soient applicables par exemple entièrement aux Péranèmes, il y a lieu de nier chez ceux-ci la contractilité de leur « tégument »; au contraire, chez l'Astasie cette contractilité n'est pas douteuse.

Quand on a examiné les formes de contractions décrites plus haut, il paraît évident que ces formes ne sauraient aucunement être produites par des contractions de toute la masse protoplasmatique du corps, quelque homogène qu'elle paraisse à première vue. Cette masse coupée par la vésicule et par les nids à granulations, ne saurait avoir dans ses contractions une direction définie, et, si elle était susceptible de se contracter, elle ne pourrait produire que des changements de forme tels que nous les observons chez les Cercomonas, ou chez les Amibes; ou bien, recouverte d'un *tégument*, elle créerait des formes comme celles que nous observons chez les Péra-

(1) Pourquoi *contractile ?*

(2) *Hist. nat. d. Zoophytes. Infusoires*, p. 348.

nèmes, chez lesquels chaque partie semble être de nature à former à tout instant soit un enfoncement profond, soit un relief saillant (1). La régularité et la constance rigoureuse des formes contractées, indiquant une constance non moins rigoureuse des directions des efforts musculaires chez l'*A. ocellata*, impliquent l'existence d'un système musculaire organisé d'une manière absolument définie et précise, et localisé dans la partie du corps qui est libre de vésicules et de granulations, c'est-à-dire dans la couche périphérique.

Après quelques essais infructueux, je parvins, en effet, à séparer très distinctement, sur le corps de l'*A. ocellata*, une couche différenciée du protoplasma. Mon affirmation concernant l'absence, autour du corps, d'une enveloppe (dans le sens usité du mot), est fondée principalement sur les circonstances du phénomène de la division, dont nous parlerons plus bas; dès le début, je vis seulement que les réactifs dont on se sert ordinairement pour démontrer l'existence des enveloppes végétales ne donnaient ici aucun résultat. Mais, quand je me fus assuré que le corps protoplasmatique de l'*A. ocellata* devait être entouré d'une couche également protoplasmatique, différant de celui-ci seulement par sa structure intime, je recourus à un moyen fondé expressément sur ce caractère de la différence supposée de structure; j'employai divers procédés pour faire périr l'Astasie le plus lentement et le plus paisiblement possible, afin de suivre pas à pas, sur les mêmes individus, la vitesse comparative de la décomposition des diverses parties de leur corps (2). Ces procédés donnèrent des résultats

(1) F. Stein, *Der Organismus d. Infus.*, III Abth., Taf. XXIII, fig. 4-10. — H. J. Carter (*Ann. and Magazine of Natur. Hist.*, vol. XVIII, sec. séries, 1856, pl. VI, fig. 45-48) présenta une forme asymétrique du *Peranema* (St.) qui n'est pas cependant une forme contractée; il est intéressant qu'une telle forme est le résultat de la tension qui a lieu pendant la séparation définitive de deux Péranèmes-sœurs, et que cette asymétrie se conserve dans les jeunes formes assez longtemps.

(2) Parmi les moyens employés, voici les plus commodes : 1° l'étouffement lent dans une atmosphère sans accès d'air frais; 2° couvrir une couche mince de liquide contenant des Astasies par une couche flottante d'huile d'olive

excellents. L'ordre suivant lequel se décomposent les diverses parties du corps de l'*A. ocellata* s'est trouvé être le suivant : avant tout se décompose la masse intérieure du protoplasma en laissant le nucléus seul ; au bout d'un certain temps commence à se décomposer aussi le nucléus qui disparaît complètement, et alors on voit encore persister pendant longtemps une couche périphérique du corps de l'épaisseur de 2 μ, parfaitement isolée, le plus souvent affectant la forme de la figure 6 ; cette couche se replie dans le canal œsophagien d'environ 7,5 μ de longueur. Quant aux grains, s'il y en avait dans l'Astasie morte, ils survivent au protoplasma, au nucléus et à la couche périphérique, en sorte que je n'ai pu observer la décomposition des grains.

Ce résultat pourrait nous satisfaire complètement, si ce n'étaient les doutes évoqués par l'observation suivante. La vitesse de la décomposition des diverses parties est variable selon les conditions dans lesquelles la décomposition s'opère ; mais plus la mort de l'Astasie est lente et graduelle, plus la couche périphérique qu'elle laisse est solide et durable, à tel point que j'observai une fois la persistance de cette couche pendant six jours (au quatrième jour, je la trouvai déchirée d'un côté et les grains, qui s'étaient conservés au dedans, écartés autour par des vibrions). Cette observation suggère l'idée que la couche obtenue n'était peut-être qu'un phénomène pathologique produit pendant le dépérissement lent de l'Astasie (nous exposerons dans un autre lieu une explication plus précise de cette circonstance). Je pus enfin écarter ce doute au moyen de l'acide picrique, qui me rendit en général d'assez bons services dans mes investigations. Sous l'action de cet acide, une Astasie nageant librement, et dans un état de santé normal, meurt immédiatement, et alors nous voyons

(j'employai d'abord ce procédé pour entraver dans le liquide l'échange des gaz, mais ensuite je m'aperçus que quelques gouttes de cette huile, simplement ajoutées au liquide, font aussi mourir les Astasies) ; 3° ajouter quelques gouttes de sirop de sucre au liquide contenant des Astasies (les sels les font mourir en les crispant).

la couche en question se dessiner en section, comme une belle raie à double contour, ceignant tout le corps, fortement réfringente et d'une belle couleur jaune-canari; le reste du protoplasma paraît alors teint en jaune mat, le nucléus est au contraire excessivement brillant, ainsi qu'il a été dit plus haut.

Examinons maintenant d'un peu plus près l'organisation de cette couche périphérique, autant qu'il nous est possible d'en supposer les traits essentiels.

Ayant observé d'abord seulement la première forme de contractions ci-dessus décrite (le raccourcissement du corps et la formation en toupie) (voy. fig. 4) comme la plus ordinaire de deux formes existantes, il m'était difficile de l'expliquer par l'activité d'une couche périphérique du corps. En effet, le *raccourcissement* du corps semblait exiger un raccourcissement longitudinal du sac périphérique; or, pendant un pareil raccourcissement, la surface générale de ce sac deviendrait nécessairement plus petite qu'à l'ordinaire, et alors son contenu devrait inévitablement se disposer en forme de sphère (la surface sphérique étant la plus petite qu'un volume donné puisse présenter). En réalité, la contraction en toupie, offrant parfois une dépression des centres du disque ainsi que des bords aigus de celui-ci (voy. fig. 4 et fig. 5, *a*), impliquait apparemment une liaison immédiate et directe entre les deux bouts du corps, à travers toute l'épaisseur du protoplasma, c'est-à-dire la participation de l'entoplasma même, comme liaison musculaire entre les deux bouts opposés du corps.

Ces difficultés furent écartées par la découverte de la seconde forme de contraction, si rare et si extraordinaire. Eu égard à ce que l'Astasie ne s'attache pas, pendant ces contractions, à quelque objet solide, comme il a été remarqué plus haut, la faculté d'étendre le corps en cylindre allongé ne saurait y être fondée que sur un seul système musculaire possible dans ces conditions, — c'est-à-dire un *système de fibrilles annulaires* ceignant le corps de l'*A. ocellata* d'un bout à l'autre. Les changements de contours qui arrivent après la formation du cylindre, c'est-à-dire la formation du gonflement, etc., en

rappelant à un certain degré les mouvements péristaltiques, inspirent la même idée. Examinons donc de plus près comment les changements de forme de l'*A. ocellata* peuvent être produits par un système musculaire de ce genre.

Supposons qu'une Astasie nageant librement reçoive une impression vive quelconque : toute son activité musculaire sera surexcitée, ce qui s'exprimera à l'extrémité antérieure par l'agitation particulièrement énergique du filament, et au bout opposé par la contraction des fibrilles annulaires ; le protoplasma, exprimé ainsi de l'extrémité postérieure, s'avancera vers l'intérieur du corps, ce qui distendra les parois non encore contractées ; il suffit alors de supposer une élasticité un peu plus grande des fibrilles médianes, comparées au reste du corps, c'est-à-dire d'admettre qu'elles cèdent un peu plus facilement à la tension, pour que la forme de la figure 4 (fig. 5, *a*) soit achevée. Ainsi nous avons déjà l'explication de la première forme de contractions. Imaginons maintenant qu'une cause excitante (telle que des acides ou des alcalis ajoutés au liquide habité par les Astasies) *continue* à agir sur notre Astasie ; alors l'activité contractile commencée dans les fibrilles postérieures se propagera sur les fibrilles voisines, c'est-à-dire plus antérieures, et tout le bout postérieur, comprimé par ces fibrilles contractées, ressortira en saillie cylindrique aiguë ; si ce processus se prolonge, les fibrilles de *tout* le corps se contractent graduellement, en allant d'arrière en avant jusqu'à l'extrémité antérieure de l'Astasie ; tout le corps comprimé s'étendra alors en un long cylindre. Ce sera le moment où toutes les forces musculaires de l'Astasie atteindront leur paroxysme de contraction ; on peut s'attendre à ce que les fibrilles postérieures, contractées les premières, se fatiguent aussi les premières et se relâchent, ce qui nous explique la formation du gonflement au bout postérieur, où s'accumule le protoplasma chassé par les fibrilles encore contractées dans le reste du corps. Les fibrilles de tout le corps se relâcheront dans l'ordre de leur contraction (c'est-à-dire en commençant par le bout postérieur à l'extrémité antérieure), ce qui produira graduelle-

ment toutes les formes présentées par la figure 5. Après cela les fibrilles qui se seront relâchées les premières et se seront le plus reposées, c'est-à-dire les fibrilles postérieures, se contracteront de nouveau les premières, et ainsi de suite.

Il serait inutile de revenir ici sur tous les détails qu'on peut observer pendant les processus de contractions et d'en donner l'explication conformément au schéma représenté ci-dessus, parce que ces explications sont trop évidentes. Citons un exemple. Nous avons vu que l'Astasie, après quelques répétitions du processus de contraction, subit dans le renouvellement de celui-ci quelques altérations, et qu'il apparaît alors *deux* gonflements, dont le postérieur s'agrandit et englobe l'antérieur, qui diminue graduellement ; ces changements du processus correspondent évidemment à la circonstance suivante : quand la forme en toupie se transforme en cylindre, il faut que les fibrilles postérieures conservent leur état de contraction jusqu'à ce que toutes les fibrilles antérieures réussissent à se contracter ; mais, après quelques répétitions du processus, les fibrilles postérieures fatiguées ne sont plus capables de se maintenir contractées si longtemps, et se relâchent plus tôt. Nous mentionnons encore le fait signalé par M. Perty, que ce qu'il nomme « *unsichtbares, dem Nervenäther analoges Princip, welches, hin und herströmend, die Anschwellungen verursacht* », que ce « *Princip* » se meut toujours d'arrière en avant, et non d'avant en arrière : ce fait doit être rapproché de celui que nous avons marqué plus haut, qu'au moment où l'Astasie s'étend en cylindre, c'est-à-dire que la contraction des fibrilles se propage jusqu'au bout antérieur, elle cesse de nager ; or les deux faits démontrent que la force musculaire de la partie antérieure du corps ne peut être employée en même temps à deux fins différentes, en sorte que, quand l'Astasie suscitée se met à nager et à battre vivement l'eau *de son filament*, les fibrilles adjacentes sont hors d'état de commencer le processus de la contraction annulaire, et ce sont les fibrilles du bout opposé qui sont alors libres de se contracter les premières ; tandis que, d'autre part, quand la contraction

atteint les fibrilles de l'extrémité antérieure, cette extrémité se trouve hors d'état de mouvoir le filament.

Ainsi, de tout ce qui a été exposé ci-dessus, il suit que la faculté contractive est concentrée chez l'*A. ocellata* dans la couche périphérique du protoplasma, et que de deux systèmes musculaires les plus simples qu'on pourrait attribuer à cette couche, c'est-à-dire du système de fibrilles longitudinales et de celui de fibrilles annulaires, il n'y a que ce dernier qui soit admissible. Il me paraît utile d'exposer ici la voie que j'ai suivie pour vérifier ces considérations sur l'organisation musculaire de l'*A. ocellata*.

Si la cause des changements de forme observés chez l'*A. ocellata* se trouvait dans l'entoplasma, la forme en toupie ne pourrait être produite que par un raccourcissement longitudinal du protoplasma rapprochant les bouts du sac périphérique l'un vers l'autre; au contraire, pour étendre le corps jusqu'à la forme d'un long cylindre, il faudrait que ces bouts fussent d'une manière quelconque poussés par la masse intérieure en sens opposés. Alors on devrait s'attendre à ce que le volume de l'Astasie soit inévitablement diminué dans le *premier* cas et étendu au delà de dimensions ordinaires dans le *second*. Il est facile de voir qu'exactement la même chose aurait lieu si la cause des changements de forme se trouvait dans un système de fibrilles *longitudinales* situé dans la couche périphérique du corps. Au contraire, si la cause de ces changements réside dans un système de fibrilles *annulaires* situé aussi dans la couche périphérique, tout doit se passer autrement; le corps de l'Astasie doit être comprimé et diminué dans ses dimensions dans les deux cas, aussi bien lors de la formation en toupie (à l'aide d'une contraction des fibrilles postérieures) qu'au moment où se forme le cylindre (à l'aide d'une contraction de toutes les fibrilles du corps); mais dans le *dernier* cas la diminution doit être beaucoup plus grande. Autrement, dans les deux premières suppositions, l'Astasie raccourcie doit être plus petite que l'Astasie allongée, tandis que, selon la troisième hypothèse, au contraire, l'Astasie allongée doit être nécessairement d'un

volume moindre que l'Astasie contractée. La mensuration directe que nous avons faite, a définitivement résolu la question en faveur de la troisième hypothèse. Voici un exemple des chiffres que nous avons obtenus. Une Astasie de forme *i* (voy. la fig. 1), presque parfaitement cylindrique, qui avait avant le commencement des contractions $16a$ de longueur ($a = 1$ division du millimètre d'oculaire $= 2{,}5\ \mu$) et $5a$ d'épaisseur, s'étendait en cylindre de l'épaisseur de $3a$ et de $28a$ de longueur (du bout antérieur à l'extrémité aiguë postérieure), et se contractait en toupie dont le disque avait $10a$ de diamètre et $3a$ de hauteur (1). En calculant le volume de l'Astasie au repos en la prenant pour un cylindre régulier nous obtenons, un volume égal à $16a.\ \pi\ (\frac{5}{2}\ a)^2 = 100\ \pi a^3$, — grandeur qui surpasse d'une quantité négligeable le volume réel par le fait que les extrémités de l'Astasie s'écartent de la forme cylindrique. En prenant l'Astasie étendue pour un cylindre régulier dont la base a pour rayon $\frac{3}{2}a$ et la hauteur $28a$, nous la prenons bien plus grande qu'elle n'est réellement, parce que l'Astasie n'a point partout l'épaisseur de $3a$, mais s'amincit graduellement vers le bout postérieur; néanmoins, nous trouvons un volume qui ne dépasse, en tout cas, pas $63\ \pi a^3$. En calculant ensuite le volume du disque seul de la toupie, pris pour un cylindre régulier à fondement de rayon de $5a$ et de la hauteur de $3a$, nous trouvons un volume de $75\ \pi a^3$, qui est cependant plus petit que le volume réel de la toupie, parce que nous omettons les bouts qui ressortent des centres du disque.— Ces chiffres manifestent parfaitement le rapport attendu entre les deux formes contractées; en outre, ils semblent dévoiler le véritable rôle que la faculté contractile joue dans les fonctions de l'*A. ocellata*, puisque les changements de volume indiqués qui accompagnent les changements de forme doivent concourir à l'échange des liquides imbibant l'entoplasma, circonstance assez importante pour un organisme qui vit de

(1) On doit avoir soin de choisir une Astasie qui ne soit pas remplie trop fortement de granulations, celles-ci présentant des corps solides et difficilement compressibles.

nourriture liquide, présente un volume aussi grand que l'*A. ocellàta* et un entoplasma aussi dense.

Nous possédons déjà quelques-unes des données les plus importantes pour nous former une conception générale sur le corps de l'*A. ocellata*. Il nous reste encore à ajouter un trait, c'est *l'absence chez l'*A. ocellata *de toute circulation ou rotation du protoplasma*, du moins sous une forme apparente.

L'entoplasma de l'*A. ocellata* étant très dense, comme nous l'avons vu plus haut (1), et à peine susceptible de se déplacer au dedans du sac ectoplasmatique (voy. p. 15), il est évident que la circulation ne pourrait y avoir lieu à un degré aussi énergique et aussi rapide que chez les Infusoires ciliés, par exemple; en effet, tant que l'Astasie ne se contracte pas, on n'observe aucun déplacement des granulations indiquant un déplacement quelconque de l'entoplasma. J'ai fait à ce sujet

(1) Comme il est assez important d'apprécier ici cette particularité de plus près, nous citerons deux expériences qui paraissent en donner quelque idée. — Il est connu que, si on laisse dessécher une goutte contenant des Infusoires ciliés, des *Paramœcia*, par exemple, leur protoplasma, presque fluide, se détruit si parfaitement et si instantanément, qu'on ne saurait même trouver leurs traces, s'il ne restait quelques débris étrangers contenus auparavant dans leurs corps; une goutte contenant des Astasies, qui sont aussi dépourvues d'une enveloppe que les Ciliés, montre au contraire, dans ces conditions, le phénomène suivant : tant qu'il reste encore, entre le corps de l'Astasie et le verre, une couche capillaire d'eau, l'Astasie ne cesse de se mouvoir et de se contracter d'une manière très intense; elle s'engourdit ensuite, mais après cela son corps offre si peu de destruction, qu'il conserve le même aspect qu'avait l'Astasie vivante. Voici l'autre expérience : on chauffe sur une lampe une goutte avec des Astasies et des Ciliés, petits et grands; c'est, peut-être, par l'extension des gaz contenus dans le protoplasma, dans le liquide de la vésicule contractile et des vacuoles digestives, que le corps des Ciliés se déchire instantanément en beaucoup de pièces d'une forme irrégulière, dont chacune continue à nager énergiquement à l'aide de la surface ciliée qui lui est échue; tandis que le corps de l'Astasie, beaucoup plus solide et dense, ne manifeste aucun changement, et l'Astasie continue à nager comme si de rien n'était. Dans la suite, si l'on continue à chauffer la goutte, les débris des Ciliés meurent, pendant que les Astasies nagent encore très vivement, et, quand celles-ci meurent enfin, leurs corps conservent complètement leur aspect ordinaire. — En général, dans toutes les conditions nuisibles, les Astasies montrent beaucoup plus de vitalité que les Infusoires ciliés.

quelques observations systématiques sur des Astasies isolées dans des chambres humides de verre (1) ; malgré toutes les incommodités qui se présentent dans ces conditions pour l'Astasie et qui gênent le cours tranquille de sa vie, j'ai eu deux fois l'occasion d'observer la position immobile des grains, une fois pendant *sept* jours (les grains étaient amassés alors dans les bouts du corps) et la seconde fois pendant *huit* jours (les grains étaient dans la moitié postérieure du corps) ! C'était la durée la plus longue ; ordinairement, le temps d'immobilité variait entre vingt-quatre et trente-six heures ; il arriva, par exemple, que pendant vingt-quatre heures, je pus observer la position immobile des grains dans le tiers du milieu ; dans les deux tiers antérieurs, les grains restaient deux fois trente-six heures, et ainsi de suite. Ces résultats prouvent plus que suffisamment que *l'entoplasma de l'*A. ocellata *n'est point sujet au phénomène de circulation et de rotation*, ce qui nous explique le fait remarquable, dont nous avons parlé, que dans une même culture on observe parfois durant bien des jours et des semaines entières, toute la colonie des Astasies possédant non seulement la même forme du corps et la même quantité de grains, mais encore la même disposition que ceux-ci.

Comme résultat de notre étude, nous pouvons caractériser brièvement le corps de l'*A. ocellata* dans les termes suivants :

*Le corps de l'*Astasia ocellata *présente un sac élastique allongé, susceptible de contractions annulaires ; rempli d'une masse adhérente et absolument inerte (au sens mécanique), ductile et dense, contenant un nombre variable de petits corps solides (les grains) et ne communiquant avec le milieu ambiant que par un orifice placé à l'extrémité antérieure (l'orifice buccal).*

(1) La goutte qui contient l'Astasie observée doit être libre de tout autre habitant et ne doit pas contenir de corps solide, pour préserver l'Astasie des chocs, qui pourraient l'obliger à se contracter ; dans le même but, la goutte doit être profonde et bien garantie contre la sécheresse.

Ce caractère physique de l'*A. ocellata* nous explique ses propriétés morphologiques principales, qui consistent dans le fait suivant : en comparant cet organisme avec d'autres Protozoaires possédant la faculté contractile, tels que : 1° les Amibes ou les Cercomonas, 2° les Péranèmes et 3° le Stentor, il se trouve que l'*A. ocellata* se distingue, sous le rapport morphologique, d'une manière tranchée de tous ces organismes. Les Amibes et les Cercomonas (qui, en se contractant, changent leur forme extérieure en tous sens) n'ont point de forme définie du corps, dans quelques conditions de vie qu'ils se trouvent ; l'*A. ocellata*, au contraire, change sa forme seulement dans un sens, et dans des conditions définies, présente toujours *une* forme nettement définie. D'autre part, le Stentor, qui (ne changeant aussi de forme que dans un sens) possède une forme définie du corps, conserve celle-ci dans *toutes* les conditions de vie possibles ; l'*A. ocellata* présente dans des conditions différentes des formes également différentes (fig. 1). Enfin, les Péranèmes, qui ressemblent aux Amibes et aux Cercomonas par la faculté de changer leurs contours presque dans tous les sens possibles, ont en même temps avec le Stentor la faculté commune de conserver une et à peu près la même forme, précisément définie, dans toutes les conditions de vie, et se distinguent sous ces deux rapports de l'*A. ocellata*.

D'où viennent ces rapports complexes et ces différences? Notre étude nous fournit la réponse.

La faculté de l'*A. ocellata* de présenter une forme définie du corps dépend de l'existence du sac périphérique de forme définie, particularité qu'elle n'a en commun qu'avec les Péranèmes et le Stentor.

Sa faculté de changer de forme, dans ses contractions, seulement dans un sens défini dépend de ce que *toutes* ses forces musculaires sont concentrées dans son sac périphérique organisé d'une façon définie, particularité qu'elle n'a en commun qu'avec le Stentor.

Enfin, la faculté de l'*A. ocellata* de présenter dans des con-

ditions diverses des formes diverses, dépend de la densité et de l'inertie de son entoplasma, particularité qu'elle n'a en commun avec aucun des autres organismes cités ici.

Par déduction ultérieure, nous sommes amenés, en partant de la définition que nous avons donnée de la structure de l'*A. ocellata*, à admettre que la formation d'une certaine forme définie du corps doit ici absolument dépendre de la croissance relative des diverses parties de l'entoplasma, dont le déplacement au dedans du sac périphérique auquel il est adhérent, est rendu ici particulièrement difficile par sa consistance et son inertie, considération qui me fut inspirée dans la suite par les expériences dont nous allons parler.

IV

Biologie générale.

Conditions de vie. — Croissance des grains et du corps protoplasmatique. — Élaboration de la forme du corps. — Influence des conditions ambiantes sur le mouvement.

L'*Astasia ocellata* habite les eaux stagnantes contenant des détritus organiques, de préférence végétaux ; elle se développe également dans des infusions de feuilles sèches ou de terre végétale préparées en chambre. Elle ne prend point d'aliment solide et se nourrit de produits liquides de décomposition (1).

Il se peut que l'Astasie vive exclusivement d'hydrates de carbone (du groupe amylacé) ; du moins cette supposition de ma part est fondée sur ce que je n'ai pu réussir à élever l'Astasie dans des extraits de viande à divers degrés de concentration, ou dans des bouillons d'albumines d'œuf, de gélatine, etc. Il est vrai que je n'ai peut-être pas fait un assez grand nombre d'expériences.

(1) J'élevais des Astasies pendant quinze jours, dans un liquide auquel était mélangée une poudre très fine de carmin, et, pendant tout ce temps, le corps des Astasies en restait entièrement libre. En général, on n'y trouve jamais aucun corps solide, sinon les grains que nous avons décrits.

Au contraire, la colle d'amidon et les hydrates de carbone qui en dérivent, joints à une certaine quantité d'aliments minéraux, présentent une nourriture complètement suffisante pour élever l'*A. ocellata.* J'ai employé des colles très diluées (0,03-0,06 pour 100) de diverses sortes d'amidon, aussi bien de celui que l'on trouve dans le commerce que de celui que j'avais extrait immédiatement en faisant bouillir des tubercules de la pomme de terre. Ces dilutions d'amidon soumises à la réaction de la teinture d'iode, passent au bleu azur. J'ai aussi employé les dérivés de l'amidon qui sont : l'amylodextrine I (selon W. Nägeli), que l'iode teint en violet, l'amylodextrine II et l'érythrodextrine, que l'iode teint en rouge, ainsi que l'achroodextrine qui ne se teint point par l'iode, et leurs mélanges. Aux colles et aux solutions, j'ai invariablement ajouté 1 pour 100 des sels de Knopp ; du reste, pour ce qui est des sels, j'ai trouvé une combinaison beaucoup plus favorable en me servant d'infusions reposées de feuilles tombées ou d'autres détritus végétaux, dans lesquelles la décomposition était déjà achevée depuis longtemps, et n'offrant plus trace d'odeur putride ni d'habitants. Les Astasies placées dans ce liquide seul n'y trouvent plus d'aliments et périssent, tandis que dans des colles et des dilutions d'hydrates de carbone mêlées à une moitié ou même à un quart de ce liquide, elles se développent très bien durant trois semaines et plus.

Les liquides bouillis doivent être soigneusement remués à l'air ; mais après cela, il est utile de modérer l'échange des gaz de la culture avec l'air extérieur ; en effet, les Astasies se développent sensiblement mieux dans des éprouvettes profondes et minces que dans des verres larges, circonstance observée dans la colle d'amidon. On peut supposer qu'il est utile de retenir dans le liquide un peu de l'acide carbonique (1) exhalé par les Astasies, puisqu'il a été prouvé par quelques auteurs que cet acide concourt au processus du changement

(1) On le constate toujours facilement dans les liquides où les Astasies sont demeurées quelque temps.

de l'amidon en hydrates de carbone diffusibles (Baswitz, *action de la diastase sur l'amidon ;* Nasse, *action de la ptyaline et de l'invertine*), et que d'autre part, quelques autres conditions favorisant ou entravant le développement des Astasies dans l'amidon, correspondent complètement à cette explication. La circonstance indiquée a été observée d'une manière plus décisive dans l'amidon de riz ; ici les Astasies, pendant les premiers jours, ne se développent presque point ; et ce n'est qu'après y avoir demeuré quelque temps qu'elles se mettent à croître et à se multiplier assez rapidement. En pendant avec cela M. Baswitz n'a pu réussir à convertir, sans l'aide de l'acide carbonique, l'amidon de riz et de maïs, quoiqu'il y réussît parfaitement avec l'amidon de blé (1).

La supposition de la coopération de l'acide carbonique à la nutrition des Astasies par l'amidon, trouve un appui dans le fait qu'il est utile d'ajouter quelques traces d'acide sulfurique aux colles d'amidons de commerce (2); dans les colles préparées d'une manière immédiate en faisant bouillir des tubercules de pommes de terre (préparations particulièrement favorables à la culture des Astasies), ce procédé est superflu. En éprouvant le suc de pomme de terre à l'aide d'un papier réactif, nous y trouvons toujours une réaction acide tranchée, ce qui vient de la présence des acides oxalique, citrique et de quelques autres acides organiques, tandis qu'en éprouvant la farine de pomme de terre et l'amidon de riz de commerce, on trouve pour la première, quelques faibles traces de réaction *acide*, et pour la seconde, une réaction *alcaline*. Ainsi on peut admettre que le lent développement des Astasies dans l'amidon de riz trouve son explication en ce que les Astasies y ont d'abord à neutraliser, à l'aide de l'acide carbonique exhalé, la réaction alcaline, pour ensuite acidifier le liquide et en faciliter ainsi la conversion. En outre, il paraît résulter d'une de mes observations que l'acide carbonique est un gaz assez

(1) Mærker, *Handbuch d. Spiritus-fabrication*, 3 Aufl., S. 39.

(2) Puisque cet acide peut par lui-même convertir l'amidon-colloïde en variétés diffusibles.

indifférent pour l'Astasie même, et qu'il ne l'empoisonne point, ainsi que le prouve cette expérience : je tins des Astasies renfermées hermétiquement pendant quelques jours dans un liquide nutritif saturé d'acide carbonique *environ à la pression atmosphérique*, et pendant tout ce temps, je les y trouvai très animées, *bien que non développées* (1).

Tandis que le développement d'une certaine quantité d'acide carbonique et l'acidification du liquide présentent des conditions aptes à accélérer le développement des Astasies dans l'amidon, on trouve dans la solution de Knopp un peu concentrée un excellent moyen pour entraver ce développement. Je crois qu'en ajoutant cette solution, on n'affecte autre chose que la nutrition de l'Astasie ; il se peut encore qu'on influence, cette fois aussi, le processus de conversion dans la culture. Du moins, pour les sels, je me suis convaincu que les Astasies mêmes endurent leur action avec assez de résistance ; par exemple, une Astasie vigoureuse et pleine de grains fut placée dans une goutte de solution de Knopp (d'une concentration à 4 pour 100), dans une chambre humide ; au bout de trois jours, elle s'était divisée en deux ; comme on devait s'y attendre, en l'absence de toute nourriture organique, les jeunes Astasies ne crûrent pas et les granulations n'arrivèrent pas à remplir leur corps ; en deux jours, la goutte commença à *sécher*, et j'y ajoutai encore deux gouttes de la même solution ; les jours suivants, les Astasies parurent assez animées, mais ensuite les sels commencèrent à se cristalliser dans la goutte ; malgré cela, dix heures après je trouvai encore les Astasies qui nageaient ; au bout de deux jours (c'est-à-dire le onzième jour depuis le commencement de l'observation), je trouvai dans la goutte encore une seule Astasie, déjà contractée en une petite pelote de forme irrégulière. Ainsi on peut dire que dans une solution de sels presque saturée, les Astasies peuvent demeurer au moins une semaine ; cependant en ajoutant à une colle d'amidon fraîchement préparée des

(1) Quelques considérations sur les résultats de cette expérience, ainsi que de quelques autres semblables voy. plus bas (p. 39-40).

solutions beaucoup plus faibles, on peut rendre les Astasies presque entièrement incapables de profiter de la nourriture ambiante, ce qu'on peut vérifier en plaçant dans cette colle des Astasies privées depuis quelque temps d'aliments, et par conséquent épuisées : elles ne réussissent guère à se remettre (1). D'autre part, cette faculté d'entraver le développement des Astasies dans l'amidon à l'aide des sels de Knopp (KNO_3, K_2HPO_4, $MgSO_4$, $Ca(NO_3)_2$, PO_4Fe) peut être rapproché des données de M. O. Nasse, portant sur l'influence entravante des sels sur la diastase. Cet auteur a trouvé que si la diastase, sans l'addition des sels, convertit en sucre dans un temps donné 100 parties d'amidon, elle n'en convertira que 77 dans le même temps, si l'on ajoute 4 pour 100 de NO_3K; elle convertira 81 parties si c'est SO_4HNa qui a été ajouté, 53 parties si c'est ClK, 15 parties si c'est ClNa, etc. Cependant, il est à remarquer que des solutions très diluées produisent, au contraire, une influence accélérante; ainsi M. Nasse indique l'action de ClNa dilué, M. Ad. Mayer, l'action de ClK, etc.

Il y a encore une condition qui entrave la faculté des Astasies de profiter des aliments ambiants, c'est la gêne dans l'échange des gaz quand cet empêchement a lieu à un haut degré; mais cette circonstance sera analysée plus bas (p. 39-40).

Il reste à ajouter que pendant le développement d'une colonie de l'*A. ocellata* au milieu de l'amidon, on peut constater pas à pas le changement consécutif que l'amidon subit en passant de l'état de colloïde à celui de cristalloïde soluble et diffusible (achroodextrine), ce qui se manifeste par des réactions différentes avec l'iode. D'autre part, en plaçant les Astasies immédiatement dans une solution d'achroodextrine, nous trouvons qu'elles s'y développent très bien, ainsi qu'il a été dit plus haut.

Ainsi, puisque les circonstances qui favorisent et celles qui entravent le développement des Astasies dans l'amidon coïnci-

(1) Des considérations plus complètes voy. p. 39-40.

dent avec celles qui ont la même influence sur la marche de la *conversion* de l'amidon, et qu'on peut constater cette conversion dans celui-ci quand les Astasies s'y développent, nous pouvons admettre que *la conversion de l'amidon de l'état colloïde en état cristalloïde est indispensable pour que les Astasies en profitent*, résultat qui se présente bien compréhensible et parfaitement correspondant au caractère de l'entoplasma de l'*A. ocellata*, dense et peu perméable, comme nous l'avons décrit plus haut. Mais est-ce l'Astasie elle-même qui convertit de la sorte son milieu nutritif, ou est-ce l'action d'autres organismes concomitants? c'est là ce que je n'ai pas résolu. Il est bien connu que pareille faculté est propre à nombre d'organismes des plus différents, à tel point qu'il suffit de laisser ouverte une coupe d'amidon, pour que celui-ci subisse en quelques jours toutes les phases de changement. On peut admettre que les Astasies ne sont également pas dépourvues de la faculté de convertir l'amidon; il serait même normal qu'elle atteignît chez elle un développement particulier (1).

Telles sont les conditions à l'aide desquelles on peut régulariser le développement de l'*Astasia ocellata* en général. Examinons maintenant les particularités.

En suivant le cours de la vie et du développement de l'*A. ocellata*, les phénomènes les plus tranchés que nous observions, se rapportent aux grains et à leur état. D'une part, ce sont eux qui définissent de la manière la plus nette tout l'aspect extérieur de l'Astasie (comp. par exemple les fig. 2 et 3); d'autre part, la grande portée que les grains ont dans la vie de cet organisme, saute aux yeux. Soumises aux épreuves les plus variables, les Astasies qui contiennent un grand nombre de grains se montrent incomparablement plus endurantes et

(1) Il semble que la faculté de convertir l'amidon peut être rapportée aux propriétés fondamentales du protoplasma en général, eu égard à ce que le protoplasma de toutes les plantes et de toutes les parties d'une plante digère des amas d'amidon, et que, d'autre part, les différentes espèces de protoplasmas animaux sécrètent des sucs variés et nombreux qui possèdent la même propriété.

plus viables que celles qui n'en ont pas ou qui n'en ont qu'un petit nombre. Une colonie d'Astasies remplies de grains, transplantée dans une dissolution de sels assez concentrée, peut y vivre de dix à quinze jours ; dans une colonie d'Astasies ne contenant des grains que dans leur moitié postérieure, les individus arrivent à l'épuisement vers le sixième jour; pour une colonie d'Astasies aux grains contenus dans le tiers moyen du corps, l'épuisement arrive au bout de deux jours. Pareil rapport se manifeste en transplantant les Astasies dans l'eau distillée ou dans l'eau de source, en les soumettant à une température basse, et ainsi de suite. — Aussi il était très intéressant de se persuader que dans la même colonie et dans les mêmes individus le développement d'une quantité définie de grains et l'état de ceux-ci présentent un phénomène qui peut être à volonté régularisé.

Il résulte donc de l'observation que ce phénomène dépend en premier lieu de la présence dans le liquide ambiant des hydrates de carbone susmentionnés, de leur qualité et de leur quantité, et que la vie précédente et l'état dans lequel l'Astasie s'était trouvée auparavant, n'influent que sur la rapidité avec laquelle on arrive à remplir ou à dégarnir les Astasies de grains. Une colonie toute dépourvue de grains et transplantée dans un liquide nutritif contenant des hydrates de carbone, peut être parfaitement remplie de grains en l'espace de trente à soixante-quinze heures; le processus s'accomplit le plus vite dans la colle extraite directement des tubercules de pommes de terre, et le plus lentement, dans l'amidon de riz (la durée varie ici par exemple dans le rapport de quarante à soixante-dix heures) ; la farine de pommes de terre provenant du commerce occupe le milieu entre ces extrêmes. — Les grains apparaissent simultanément dans tout le corps ou de préférence dans telle ou telle partie, ordinairement dans la partie antérieure du corps ; ils surgissent par foyers définis et constants, et la marche de leur développement consiste en ce que les petits granules incolores ou jaunâtres, au sujet desquels il a été dit plus haut qu'ils n'abandonnaient jamais le corps de l'Astasie, pas même en

l'absence complète des grains (p. 67, fig. 1, *d*, 1, *k*), se gonflent comme s'ils s'imbibaient de quelque sève durcissante. On peut observer comment dans une Astasie toute dépourvue de grains et placée dans des conditions convenables, ces granules minces, d'une apparence protoplasmatique, dispersés par tout le corps ou entassés dans une certaine partie, s'écartent, perdent leur aspect mat et, devenant toujours plus brillants et plus grands, permettent au bout de quelque temps de distinguer les contours définis et le corps compact du nouveau grain. Ce dernier, continuant à grandir, gagne toujours une plus grande faculté réfringente.

Après la présence des hydrates de carbone, le processus de la formation des grains dépend à un haut degré des gaz dissous et de la température. L'influence des gaz est surtout éminemment frappante, à tel point que l'on peut dire qu'à l'aide d'une combinaison convenable de gaz seulement, on pourrait produire dans la vie et le sort d'une colonie d'Astasies de véritables merveilles. Le changement du contingent de gaz dissous dans le liquide ambiant échappe facilement à l'attention de l'observateur et présente la cause la plus fréquente de ces métamorphoses inattendues et rapides, dont l'origine se présente souvent comme spontanée et inexplicable. — Voici quelques exemples typiques où une combinaison de gaz, ou simplement la facilitation ou la rétention de leur échange naturel, ont apparu comme cause déterminante de métamorphoses énergiques et très rapides.

Dans une de mes cultures, où les Astasies se développaient dans une infusion de limon, de feuilles et d'autres détritus végétaux, j'observai pendant *plusieurs semaines* des Astasies de forme conique (fig. 1, *a*), contenant un petit nombre de grains exigus d'une teinte jaunâtre, qui se tenaient infailliblement *tout le temps* dans le tiers moyen ou dans le troisième quart du corps, tandis que le reste du corps en restait libre et transparent, comme toujours. Les Astasies étaient assez nombreuses et animées. Comme la culture était vieille, la pourriture s'y manifestait très lentement, et on ne remarquait pas de forte

émanation de gaz, mais l'atmosphère sentait le renfermé. Quand je pris sur un verre de montre quelques Astasies de cette culture pour les soumettre à une observation systématique, je fus fort étonné qu'au bout de huit heures, sans aucun autre procédé de ma part, les Astasies n'étaient plus à reconnaître : tout le corps regorgeait de gros grains brillants aux contours noirs. Je répétai la même expérience bien des fois et toujours avec le même succès. — Le processus s'opère d'une façon aussi tranchée et aussi rapide si l'on prend, de la culture, du liquide avec des Astasies et qu'on le mélange avec de l'eau de source, — procédé qui peut de prime abord non moins désappointer l'investigateur.

Je fis des expériences semblables avec des Astasies que je tins plusieurs jours dans une colle d'amidon, dans de petites éprouvettes bouchées et complètement remplies de liquide; je transportai une goutte de ce liquide avec des Astasies tout épuisées, — sans grains, de petite taille et déjà presque sans mouvement, — dans une goutte d'eau de source que je plaçai dans une chambre humide, — et au bout de dix à douze heures j'obtins des Astasies toutes remplies de grains.

Une métamorphose aussi rapide a lieu si vous irritez au moyen d'un bâtonnet de verre la surface du liquide dans une vieille culture : vous enlevez de la sorte la membrane stagnante de vibrioniens et de moisissures qui la couvrait et entravait l'échange de gaz dans la culture, — et si vous êtes venu faire cette chose au milieu de la nuit, vous pouvez déjà au matin trouver la colonie fort multipliée, vivace, et abondamment remplie de grains (1).

Encore une expérience. Je plaçai des Astasies au fond d'une coupe profonde (en verre) et dans une mince couche de liquide parfaitement accessible à l'air frais, mais dépourvue d'aliments. Bien entendu, les Astasies étaient très peu développées. Au bout de quelques jours j'y ajoutai une décoction fraîche

(1) Pareille observation a été faite par M. J. Krassiltschik par rapport aux Polytomes (*Mém. de la Soc. des Naturalistes de la Nouv.-Russie*, Odessa, 1882; en russe).

de feuilles mortes. Dans ces conditions les Astasies ne se développèrent pas malgré les qualités nutritives de la décoction; les grains ne se formèrent point et les Astasies commencèrent même à disparaître. La décoction bouillie absorbait l'air de ce liquide, celui-là d'une part se dissolvait dans cette décoction et d'autre part venait oxyder les produits de sa décomposition. En effet, on n'avait qu'à verser une mince couche du contenu de la coupe (avec des Astasies) sur un verre objectif ou un verre de montre, ou à transporter une goutte de ce liquide dans une chambre humide, pour voir les Astasies, jouissant de l'air frais et des aliments contenus dans la décoction, s'épanouir au bout de peu de temps et se remplir de gros grains.

Cependant le changement favorable des gaz dissous n'est efficace qu'à condition que le liquide contienne une quantité suffisante de substances nutritives; au contraire, quand la provision est déjà un peu épuisée, les Astasies soumises à l'air frais deviennent plus animées, grandissent, se multiplient, mais ne donnent pas une augmentation de grains appréciable. Dans de pareils cas il est très commode de démontrer l'influence de la *température* sur ce processus ; ainsi dans la saison froide, il suffit d'éloigner de la fenêtre une partie de ces Astasies et de les rapprocher du poêle, pour que nous les trouvions, au bout de dix heures environ, toutes remplies de grains, tandis que celles qui auront été laissées sur la fenêtre ne montreront aucun changement.

La lumière, en dépit du point « oculiforme », *ne joue absolument aucun rôle appréciable dans la vie de l'Astasie et dans l'économie de son développement ou de sa dégénérescence ;* aussi bien la lumière n'a ici aucune influence sur la direction du mouvement, à l'opposé de ce que nous trouvons pourtant pour certains organismes incolores.

Si nous nous demandons maintenant quelle est la nature des forces qui déterminent la *forme* des grains, celle-ci étant dans la plupart des conditions à peu près la forme sphérique, ce fait indique que cette formation s'opère ici sous l'action des

forces moléculaires ordinaires ; il faut des conditions exclusives pour la formation de grains elliptiques, qui a lieu parfois. Il faut que la colonie soit dans des conditions favorables pour un abondant développement, mais que ce développement ait lieu le plus lentement possible, — ce qu'on obtient en plaçant une colonie épuisée et maintenue assez longtemps dans des conditions défavorables, et par conséquent dépourvue de grains, — dans une colle délayée d'amidon de riz ; au bout de quelques jours on obtient une génération de petites Astasies très fines et d'une belle taille, à grains elliptiques disposés *toujours* parallèlement à l'axe du corps. On rencontre les mêmes grains (et toujours dans la même disposition) aussi dans des colonies de grands individus ; mais ceux-ci sont en pareil cas toujours extraordinairement allongés et fins ; dans mes cultures, ces Astasies ne se présentaient que dans des colles de riz, ce qui était peut-être un effet du hasard. — Ces circonstances indiquent que l'apparition des grains elliptiques dépend simplement de la pression transversale que la substance plastique des grains éprouve de la part des parois extérieures de l'Astasie *rétrécie*, — pression qui force cette substance à se disposer de préférence dans la direction *longitudinale*.

Telles sont les circonstances qui accompagnent l'apparition et la formation des grains. Quant au processus de leur *disparition*, les détails qui s'y rattachent prouvent d'une manière décisive qu'on doit considérer les grains comme un approvisionnement d'aliments. Premièrement, — comme nous l'avons déjà énoncé plusieurs fois, — la même quantité de grains peut persister dans le même état et la même disposition pendant un temps indéfini dans une même colonie, à condition que la culture conserve pendant tout le temps à peu près la même quantité et le même caractère de nourriture (1), et pourvu que les Astasies ne subissent pas de changement brusque quant

(1) Cette condition se réalise le mieux dans de grandes infusions de détritus organiques, où la période de la pourriture intense est déjà passée.

aux autres conditions nécessaires à leur existence (gaz, température, etc.). D'autre part, si on laisse des Astasies dans une culture qui ne contient qu'une quantité définie d'hydrates de carbone qu'on ne renouvelle pas, on s'aperçoit toujours qu'au bout de quelque temps les grains contenus dans les habitants de cette culture commencent peu à peu à diminuer et disparaissent enfin tout à fait. Peut-être faut-il attribuer une signification particulière à ce fait, que la rapidité avec laquelle ce processus se produit dans les conditions apparemment les plus différentes, est assez constante; un contingent complet de grains entièrement formés disparaît environ au bout de sept jours, ou un jour plus tôt ou plus tard (en comptant à partir du temps où l'on a aperçu le commencement de leur disparition). Les grains placés plus près de la vacuole et du bout antérieur, ou bien, — dans les cas où les grains sont amassés dans la partie postérieure du corps, — ceux qui sont placés plus en avant commencent à disparaître toujours les premiers : ils deviennent plus pâles, c'est-à-dire que leurs contours, qui étaient auparavant très foncés et accentués par opposition au centre convexe, clair et brillant, commencent, par affaiblissement de la réfraction, à devenir plus pâles : tout le grain, devenant moins brillant, se distingue du protoplasma ambiant d'une manière moins tranchée; ensuite il commence à diminuer, et se transforme enfin en granule mat, comme nous l'avons décrit plus haut. Les grains placés plus en arrière, soit qu'ils se portent vers les parties antérieures évacuées les premières, soit qu'ils restent à leurs places, subissent graduellement le même processus d'absorption. Après la disparition de tous les grains, les Astasies cessent toujours de se multiplier, et, bien qu'elles puissent vivre encore très longtemps, elles deviennent très minces et s'épuisent à un degré extrême. — Enfin, si l'on transporte des Astasies épuisées par leur vie précédente, dans des conditions un peu plus favorables, on s'aperçoit parfois qu'elles recommencent assez vite à se développer et s'animent, grandissent beaucoup et se multiplient en abondance; mais en même temps elles restent dépourvues de grains,

ou, s'il s'en reconstitue, ce n'est plus qu'une quantité très bornée et ces grains sont mal formés. Il semble que l'on peut toujours atteindre ce résultat en plaçant des Astasies dans des colles fort diluées. (J'ai opéré avec succès dans la colle de riz aussi bien que dans la colle de fécule de pommes de terre, mais dans le premier cas on obtient parfois d'autres résultats.)

Ainsi, nous pouvons établir les assertions suivantes : 1° les Astasies sont de nature à prospérer en l'absence complète des grains ; 2° les Astasies placées dans les conditions les plus favorables (nourriture, gaz, température) développent toujours la plus grande quantité de grains ; 3° quoiqu'elles soient de nature à conserver indéfiniment leurs grains dans le même état, cependant, dès que le milieu où elles vivent a été épuisé quant aux aliments qu'il contient, les grains commencent toujours à diminuer, et les Astasies ne prospèrent que jusqu'au moment où ils disparaissent tout à fait.

Tout ceci caractérise les grains de l'*Astasia ocellata* comme un vrai produit d'approvisionnement.

Ceci est en rapport avec le fait que pendant l'absence de nourriture les grains disparaissent en commençant par le bout antérieur, c'est-à-dire dans le voisinage du filament flagelliforme, où a lieu la dépense de force et de matière la plus intense. Secondement, nous sommes maintenant à même de déduire quelques conclusions sûr le caractère de l'influence de quelques conditions extérieures sur l'*Astasia ocellata*.

Plus haut nous avons indiqué la grande importance que les grains présentent pour une Astasie soumise à des conditions nuisibles (p. 32-33). La circonstance la plus intéressante que nous observons dans ces cas, se montre dans le fait suivant : quand on transporte les Astasies, par exemple, dans une solution de sels concentrée, on s'aperçoit qu'avant tout les grains commencent à disparaître, et après leur disparition complète les Astasies s'épuisent graduellement au plus haut degré, et languissent encore dans cet état jusqu'à ce qu'elles périssent. Cela même se répète quand on transporte les Astasies dans l'eau distillée ou dans l'eau de source (ou qu'on les soumet à

une température basse) : jamais on ne les voit périr dans ces conditions nuisibles avant d'avoir consommé tous leurs grains et d'être complètement épuisées. Il est encore plus remarquable de voir ce fait se répéter quand on enferme les Astasies dans un flacon étroit et parfaitement bouché, rempli complètement d'un *liquide nutritif :* tant que l'Astasie possède encore une *provision* de *nourriture* (les grains) et un corps assez grand, elle peut supporter l'absence d'air frais et le surplus d'acide carbonique ; seulement, quand ces ressources disparaissent complètement, elle périt, bien que le liquide ambiant contienne une quantité suffisante d'aliments, que l'Astasie se met à consommer avec activité sitôt qu'on lui donne de l'air frais. J'observai le même phénomène d'épuisement quand j'enfermai des Astasies remplies de grains dans un liquide *nutritif* saturé d'acide carbonique, où elles vivaient beaucoup de jours, jusqu'au complet épuisement, restant tout le temps très animées.

Il résulte de là que l'échange entravé des gaz (*la respiration entravée*), *ainsi que quelques autres conditions nuisibles que nous avons indiquées*, *annihilent chez l'*A. ocellata *avant tout la faculté d'assimiler de la nourriture ambiante*, *sans limiter son aptitude à consommer la nourriture approvisionnée* (*les grains*) *et avant de frapper aucune autre fonction vitale*, *telle que le mouvement*, *l'usure en général*, *la réparation* (1), *peut-être la scission et la croissance*.

Pour compléter nos considérations sur la nature des grains de l'*A. ocellata*, ajoutons quelques déductions problématiques touchant le rôle de ces granules mats ou jaunâtres que nous avons dits être la source des grains. On peut supposer que leur rôle est ici ou actif, ou passif : dans la première supposition, ce sont eux qui élaborent les hydrocarbones ou les sucs nutritifs pénétrant le corps de l'Astasie, les réduisant en

(1) Celle-ci n'a lieu évidemment qu'aux dépens des grains, et tant que ceux-ci n'ont pas été consommés.

substance approvisionnée; dans le second cas, cette substance, en présentant simplement un certain stade d'assimilation de la solution nutritive, se trouverait répandue par tout le corps de l'Astasie, et ces granules, de même que des centres de cristallisation, ne présenteraient que des points autour desquels commenceraient la concentration et le durcissement de cette substance. Ici on a à tenir compte du fait suivant. Dans le grain formé on ne peut plus distinguer le granule primitif ni au dedans, ni en dehors de lui; ainsi, il reste deux suppositions possibles : ou bien la substance plastique imbibe également tout le corps du granule, ou bien elle s'amasse au dedans de lui, en remplissant son centre et étendant ses parois jusqu'à une membrane fine qui n'est pas visible. Si l'on se rappelle les circonstances qui accompagnent la solution du grain dans les alcalis, circonstances qui suggèrent la pensée de quelque couche extérieure défensive, il paraît que de ces deux suppositions la dernière est plus admissible, et il se peut que la *granule* ne soit autre chose qu'une vésicule membraneuse vidée, dont les parois se sont irrégulièrement chiffonnées après la consommation du contenu. Or, si le grain se forme dans le sein d'un granule, au dedans d'une vésicule membraneuse, cela exclut l'hypothèse d'un simple durcissement autour d'un point de concentration, et nous nous trouvons alors conduits à admettre que le rôle du granule primordial dans la formation des grains est plutôt un rôle actif, et que *les granules* ne sont autre chose que *des organes d'approvisionnement*.

En même temps, il y a lieu de croire que ces *organes* ne travaillent que dans les conditions d'une nutrition abondante, et que l'assimilation ordinaire de la nourriture ambiante reste une fonction propre à toute la masse de l'entoplasma.

Passons maintenant aux autres traits du développement et de la croissance de l'*A. ocellata* dans leurs rapports avec les conditions ambiantes.

Dans cet examen, il faut tenir compte de petits détails que

nous avons indiqués plus haut et qui ont ici une portée déterminante. Rappelons d'abord la gradation que nous avons établie pour les divers liquides dans lesquels nous avons élevé l'*A. ocellata*, sous le rapport de leur nutrivité. Il a été établi que le plus efficace était la décoction de pommes de terre; ensuite vient la colle de fécule de pommes de terre, et après celle-ci, la colle d'amidon de riz, ces trois colles étant diluées avec une infusion de détritus organiques; aux degrés suivants dans cette échelle doivent se ranger ces mêmes colles, quand on les dilue avec les sels de Knopp. Nous avons indiqué plus haut que cette gradation se manifeste par la rapidité de formation des grains dans les Astasies. Or la croissance et la multiplication de l'Astasie vont toujours parallèlement avec la formation des grains; d'autre part, c'est dans les cultures qui accélèrent le plus le développement des grains et en général des Astasies, que leur prospérité cesse aussi le plustôt, *ce qui prouve que nous avons ici affaire à une consommation plus rapide de la nourriture ambiante, aux dépens de laquelle le développement s'opère, ou, autrement, à un engraissement des Astasies plus rapide*. Pour ce qui est de cette rapidité, rappelons encore que l'Astasie, placée dans certaines conditions, se développe encore plus vivement qu'au moyen d'aucun des liquides nutritifs énumérés; nous entendons le procédé de l'exposition subite des Astasies, entouré es d'aliments suffisants, à l'air frais, puisque ce procédé peut les remplir de grains en quelque huit-dix heures de temps. Ainsi, devons-nous placer ce procédé au premier degré de l'échelle indiquée de liquides, avant même la décoction de pommes de terre. Par contre, la privation de l'air frais présentant la condition la plus désastreuse pour la nutrition et la croissance des Astasies, cette condition de développement doit être rangée au bas de l'échelle, au-dessous même des liquides dilués avec les sels de Knopp.

Si nous passons maintenant aux modifications que présentent *dans leur organisation* les Astasies développées dans ces diverses conditions, il se trouve que la seule différence visible

touche à la grandeur et *à la forme extérieure du corps*. Nommons ici les formes typiques que nous avons obtenues dans ces diverses conditions :

1° En donnant de l'air à des Astasies entourées par une quantité suffisante de nourriture, mais éprouvées par une mauvaise atmosphère, nous avons presque toujours obtenu des générations suivant la forme *f* (voy. fig. 1), ou bien, en ajoutant de l'eau fraîche, des générations de forme *h*, figure 1 (fig. 2).

2° L'Astasie développée dans l'extrait de pommes de terre s'approchait de la forme *i* (fig. 1).

3° Dans la fécule de pommes de terre diluée dans une infusion organique, se produisit ordinairement la forme *c*.

4° Dans l'amidon de riz préparé de la même manière, la forme *b*.

5° Dans les colles préparées avec les sels de Knopp, ainsi que dans les colles simplement très diluées, la forme *a*.

En examinant cette série de formes et en la rapprochant avec la série des liquides et des conditions dans lesquels elles se sont développées, nous obtenons des notions très plausibles sur l'origine de diverses formes chez l'*A. ocellata*. Nous apercevons que celles d'entre elles énumérées en premier lieu, c'est-à-dire les formes développées dans les conditions les plus favorables à une croissance rapide, se distinguent par des dimensions plus considérables et *par une plus grande disproportion des parties agrandies*, en sorte que les parties les plus rapprochées du bout antérieur sont beaucoup plus agrandies et dilatées que les parties rapprochées du bout opposé.

Dès lors l'interprétation de toutes ces formes se présente d'elle-même. Plus la nutrition est énergique et rapide, plus les parties du corps voisines *de l'ouverture buccale* devancent dans leur croissance les parties plus éloignées de cette ouverture.

Si le lecteur se donne la peine de relire la définition que nous avons donnée plus haut du corps de l'*Astasia ocellata* (p. 25), il verra à quel degré cette conséquence est compréhensible par sa parfaite concordance avec le caractère physique

de ce corps. Et notamment, quand les liquides nutritifs pénètrent dans le corps de l'Astasie par l'ouverture buccale, la *densité* de l'entoplasma aura pour effet que la plupart des parcelles nutritives seront retenues au commencement de leur route, c'est-à-dire près de l'ouverture buccale; tandis que l'*inertie* de l'entoplasma au dedans du sac périphérique concourt à ce que les parties agrandies restent sans déplacement et ne se distribuent pas d'une façon égale au dedans du sac.

Les autres formes que nous n'avons pas nommées dans l'énumération précédente, c'est-à-dire les formes *d*, *e*, *g* et *k* (fig. 1), se produisent toujours dans des conditions de vie relativement moins favorables ou même nuisibles (notamment la forme *e*). Ces formations sont toujours très petites, ne contiennent jamais de grains (voy. p. 8), et présentent évidemment des produits d'épuisement. Les contours de ces formes s'expliquent apparemment de la manière suivante : la couche ectoplasmatique du corps étant beaucoup plus résistante dans ses changements et dans le processus de réduction en comparaison de l'entoplasma (p. 18), nous devons nous attendre à ce que, dans des conditions d'un épuisement rapide, la surface extérieure du corps (la couche ectoplasmatique) ne réussisse pas à décroître dans les mêmes proportions que le volume du contenu (de l'entoplasma), diminuant beaucoup plus vite; alors, ou bien il se produira dans la couche ectoplasmatique des enfoncements et des plis (fig. 1, *g* et *d*), ou bien, si la couche extérieure est devenue trop ferme (voy. p. 18) et ne se chiffonne pas, l'eau ambiante pénétrera nécessairement au dedans du sac et formera des vacuoles (fig. *e*). D'autre part, rien de semblable n'aura lieu dans les conditions où l'organisme s'épuise plus lentement et plus graduellement, quand la couche extérieure peut suivre, dans le processus de la réduction, le protoplasma intérieur; dans ces conditions il est à s'attendre à une formation telle que la présente la figure *k*.

Il nous reste à examiner les questions que nous avons posées

plus haut (p. 9) sur le rapport entre la forme extérieure du corps de l'*A. ocellata* et le contingent correspondant des grains. Pour les formes *a* et *c*, nous avons déjà vu comment on doit considérer ce rapport. Pour les formes *f*, *h*, *i* et *b*, ce rapport (p. 8) devient clair du moment que nous savons que l'Astasie obtient ces formes extérieures dans les conditions les plus favorables à la nutrition : ces mêmes conditions doivent produire en même temps la plus grande quantité de grains. Grâce à une cause semblable, les autres formes, notamment *d*, *e*, *g* et *k*, se trouvent au contraire toujours dépourvues de grains.

Ajoutons encore quelques indications sur l'influence des conditions extérieures sur l'énergie des Astasies et leur faculté de se mouvoir.

L'abaissement de la température produit une diminution très perceptible de leur énergie; leur natation devient plus molle, les contractions du corps, excitées par quelque cause naturelle, deviennent très lentes. Au contraire, une faible élévation de la température ressuscite toujours très vivement tous leurs mouvements. Si l'on prend une chambre humide, où habite une Astasie épuisée et sans forces, par défaut de nourriture et de gaz frais, il suffit de la mettre pour une ou deux minutes sur la main, pour que l'Astasie se mette vivement à nager et que tous ses mouvements deviennent énergiques et très animés. De cette manière on peut ranimer une Astasie apparemment tout à fait privée de vie. De même les mouvements de l'Astasie se raniment très fort quand on ajoute au liquide où elle habite une faible dilution nutritive; si l'Astasie n'a pas trop souffert du défaut d'air frais, on peut la ranimer également en lui donnant de l'eau fraîche, en transférant des Astasies du fond d'une grande culture dans une chambre humide, ou en écartant la membrane moisie qui surnage ordinairement à la surface des infusions organiques.

D'autre part, l'activité de l'Astasie se trouve parfois paralysée pour longtemps par un brusque passage à des conditions

meilleures. Si précédemment l'atmosphère de la culture était confinée et qu'on transporte l'Astasie à l'air frais ou dans l'eau fraîche, ou qu'on ajoute tout à coup à la goutte où elle se trouvait sans nourriture, une grande quantité de matières nutritives, l'Astasie, après quelques mouvements rapides et énergiques, s'arrête subitement, s'attache au verre et y reste immobile pour longtemps. Je l'ai vue souvent demeurer au même endroit et dans la même position plus de vingt-quatre heures. Pendant ce temps elle s'accroissait très fort, se remplissait complètement de gros grains et changeait de forme extérieure. — Ainsi, pendant l'assimilation forcée, la fonction de mouvement se trouve affaiblie et paralysée.

V

Multiplication de l'Astasie.

Scission. — Enkystement et sortie du kyste.

L'*Astasia ocellata* se multiplie seulement par scission en deux parties, et cette évolution, dans quelque condition que l'Astasie vive, s'opère toujours de même. L'Astasie très agrandie et devenue extraordinairement grosse, devient très lente et très molle ; le nucléus se divise en deux par un plan passant par l'axe du corps, et l'Astasie contient alors deux nucléus placés des deux côtés de l'axe ; en avant on aperçoit deux filaments flagelliformes, qui travaillent tantôt ensemble, tantôt séparément. L'Astasie continue à nager, mais lentement ; elle s'arrête parfois et donne des contractions très faibles, jusqu'à ce qu'enfin on aperçoive une petite fente entre les deux filaments ; ceux-ci continuant à travailler, la fente devient toujours plus profonde, atteint le lieu où se trouvent les nucléus, s'enfonce entre eux, les divise et atteint de cette manière le bout postérieur du corps. Les deux moitiés longitudinales du corps partagent ordinairement également les grains et les gra-

nules, et les deux jeunes Astasies se présentent avec le même état et la même disposition de grains que l'Astasie mère. On ne voit rien qui puisse rappeler une enveloppe végétative ou quelque autre, au dedans de laquelle le protoplasma se diviserait, le processus de la scission s'opère aussi librement que chez les Ciliés, par exemple.

La scission présente chez l'*A. ocellata* quelques détails très intéressants; nous omettons pourtant ici tous ces faits en remettant l'examen de cette question d'une manière plus détaillée à un moment plus favorable. On peut dire la même chose encore plus au sujet de l'enkystement et de la sortie du kyste, révolution que nous décrivons ici dans ses caractères les plus généraux.

A l'opposé des Euglènes, l'*Astasia ocellata* s'enkyste *exclusivement* à l'approche de conditions défavorables, et principalement pendant l'évaporation du liquide habité; toute autre condition défavorable, telle que le froid ou autre, amène beaucoup plus difficilement l'enkystement, circonstance qui borne beaucoup leur propagation numérique en comparaison des Euglènes. Artificiellement, il est très difficile d'amener l'enkystement des Astasies, et comme par elle-même, dans les conditions ordinaires de leur vie, elles ne s'enkystent presque jamais, cela nous explique pourquoi on n'a pas observé jusqu'ici ce processus chez aucun des représentants du genre *Astasia*. Le desséchement doit être lent et graduel; le plus commode est de mêler au liquide où l'Astasie nage, quelque poudre insoluble qui reste suspendue et entrave presque complètement les mouvements de l'Astasie. Elle perd alors son filament, rampe quelque temps à l'aide des contractions de son corps et finit enfin par s'arrêter; puis elle se roule en petite sphère et se recouvre d'une enveloppe épaisse, incolore (fig. 7), qui, avec les réactifs, se montre entièrement dépourvue de cellulose. Dans cet état, on peut la dessécher complètement et la conserver pendant longtemps.

En mouillant à l'eau fraîche des kystes bien desséchés et longtemps conservés, on en fait sortir les Astasies. Ce résultat

aussi n'a pas été observé jusqu'ici dans le genre *Astasia*, et diffère du processus correspondant chez les Euglènes en ce que l'Astasie ne se divise jamais au dedans de son kyste avant d'en sortir, et en sort toujours seule. Dans un kyste mouillé pendant une demi-heure ou plus, l'Astasie commence à se mouvoir, déchire le kyste et l'abandonne. Après cela, elle se met à ramper à l'aide des contractions de son corps; au bout antérieur apparaît bientôt un filament très petit qui s'agite déjà, et qui s'accroît très vite jusqu'à sa longueur normale. Alors l'Astasie se met à nager comme à l'ordinaire et reprend son genre de vie normal, tel qu'il a été décrit dans les pages précédentes. Il faut la transporter dans un liquide nutritif, et là elle ne se multiplie pas avant de s'être accrue au point de surpasser considérablement ses dimensions ordinaires, ainsi que nous l'avons constaté plus haut pour son mode de scission *ordinaire*.

EXPLICATION DES FIGURES.

Fig. 1, *a-k*. Diverses formes du corps que l'*Astasia ocellata* présente dans diverses conditions de vie et de développement.

Fig. 2. *Astasia ocellata*, en forme de la figure 1, *h* et toute remplie de gros grains brillants.

Fig. 3. *Ast. ocellata* en forme de la figure 1, *c*, remplie en partie de grains peu réfringents.

Fig. 4. *Ast. ocellata* contractée (première forme de contraction).

Fig. 5. Processus de contractions continuelles (seconde forme de contraction).

Fig. 6. Couche extérieure du corps d'une *Astasie morte* et en partie décomposée.

Fig. 7. Kyste de l'*Astasia ocellata* rempli de grains réfringents.

PREMIÈRE NOTE PRÉLIMINAIRE

SUR

LES ÉCHINODERMES

RECUEILLIS DURANT LES CAMPAGNES DE DRAGAGES SOUS-MARINS

DU *TRAVAILLEUR* ET DU *TALISMAN*

Par M. Edmond PERRIER

I. — STELLÉRIDES.

Les Stellérides comptent parmi les plus nombreux des Échinodermes des grandes profondeurs. Nous avons montré dans notre Mémoire sur les Stellérides des régions profondes de la mer des Antilles qu'on pouvait répartir ces animaux en quatre ordres d'après la forme des pédicellaires et les caractères des autres dépendances du squelette dermique. Ces quatre ordres, auxquels il faudra sans doute en ajouter un cinquième pour les formes voisines des *Pteraster*, se divisent eux-mêmes en familles qui sont loin d'être également bien représentées dans les grands fonds explorés par le *Talisman*.

Dans l'ordre des FORCIPULATÆ, dont les pédicellaires sont pédonculés et formés de deux mâchoires parallèles ou croisées mobiles sur une pièce basilaire indépendante du squelette dorsal, la famille des *Asteriadæ* n'est représentée que par un très petit nombre de formes ; celle des *Heliasteridæ* manque entièrement; en revanche, la famille des *Stichasteridæ* compte plusieurs espèces remarquables de *Stichaster* et surtout de *Zoroaster*, et celle des *Brisingidæ* a pu passer pour caractéristique de la faune profonde jusqu'au moment où il a été établi que les *Labidiaster*, presque littoraux au cap Horn, étaient extrêmement voisins des vraies *Brisinga*.

L'ordre des SPINULOSÆ est caractérisé par un squelette dor-

sal réticulé, couvert de petits piquants qui peuvent, en se rapprochant deux par deux, constituer des pédicellaires généralement en pince dont la pièce basilaire est engagée dans le squelette dorsal. Des familles qui appartiennent à cet ordre, les *Echinasteridæ* ne sont guère représentées dans les collections du *Travailleur* et du *Talisman* que par les *Cribrella* et quelques formes voisines des *Solaster*. Les *Asterinidæ* manquent d'une manière presque complète.

L'ordre des Pterasteridæ est un de ceux qui sont le mieux représentés; il est de plus presque exclusivement propre aux grandes profondeurs.

Dans l'ordre des Valvulatæ à pédicellaires valvulaires, en pince, ou en salière, enchâssés dans des alvéoles du squelette, à plaques marginales formant toujours une double rangée, une famille fait complètement défaut, celle des *Linckiadæ;* les *Pentacerotidæ* manquent aussi tout à fait, mais les *Goniasteridæ* proprement dits sont très abondants et très remarquables.

Enfin, dans l'ordre des Paxillosæ, dont les ossicules souvent en forme de sablier sont surmontés par une couronne de papilles, il faut surtout signaler les *Archasteridæ* et les *Porcellanasteridæ;* les *Astropecten* et les *Luidia* n'ont pas été rencontrés au-dessous de 200 mètres.

En attendant que la publication de notre Mémoire sur les Échinodermes recueillis par les quatre expéditions françaises de dragage puisse paraître *in extenso*, nous en détachons la liste des espèces recueillies et la description des espèces nouvelles.

Ordre I. — Stelleridæ Forcipulatæ.

FAMILLE I. — BRISINGIDÆ.

Stellérides possédant des pédicellaires droits ou croisés ou les uns et les autres, à tubes ambulacraires bisériés, à bouche

adambulacraire. Bras ordinairement nombreux, grêles, plus ou moins nettement séparés du disque; en général pourvus d'un squelette dorsal limité à la base.

GENRE BRISINGA, Asbjörnssen.

Bras ordinairement en nombre supérieur à 6, pouvant dépasser 20, très nettement séparés du disque, qui est ordinairement plus élevé qu'eux et laisse apercevoir les odontophores sur son pourtour. Squelette dorsal du disque peu développé, représenté par de petites plaques calcaires irrégulières, perforées, souvent complètement séparées les unes des autres et portant chacune un piquant. Squelette dorsal des bras formé d'arceaux calcaires n'existant qu'à la base des bras, s'appuyant sur le milieu des plaques adambulacraires, mais ne se montrant sur les plaques que de deux en deux, distants et ordinairement indépendants les uns des autres, séparés par des plis du tégument qui correspondent souvent aux paires de plaques adambulacraires non pourvues d'arceaux calcaires et qui sont couverts de pédicellaires croisés.

Point de pédicellaires droits.

Point de tentacules respiratoires.

BRISINGA MEDITERRANÆA, E. Perrier.

Dragages du *Travailleur*, 1881. — Entre Marseille et la Corse. — De 551 mètres, 1 exemplaire. — Des bras à 1475 mètres. — De petits exemplaires à 2660 mètres

Caractères distinctifs. — Neuf bras très grêles et très allongés s'attachant à un disque petit, dont les odontophores sont peu saillants. — Squelette du disque très peu développé. — *Pièces ambulacraires et adambulacraires beaucoup plus allongées que celles de la Brisinga coronata*, d'où résulte un plus grand écartement des arceaux calcaires garnis d'épines qui forment le squelette de la base des bras. Ces arceaux n'existent que dans la partie correspondant à l'appareil génital; ils por-

tent ordinairement huit piquants allongés. Entre eux se trouvent de un à trois replis saillants des téguments couverts de pédicellaires, et disposés comme les arceaux eux-mêmes. Là où les arceaux font défaut, ils sont remplacés par autant de replis semblables qu'il existe de plaques adambulacraires.

Observation. — La *Brisinga mediterranea* est très voisine de la *Brisinga coronata*. Le petit nombre de disques recueillis semblent indiquer un très faible développement du squelette qui ne porte que de rares épines, et un nombre de bras constamment égal à 9, tandis que chez la *B. coronata* ce nombre est variable; mais il est souvent égal à 9 et il peut être démontré que le nombre des bras varie chez la *B. mediterranea*. La plus ou moins grande élongation des plaques adambulacraires n'est aussi qu'un caractère relatif. La faible taille et la gracilité des individus recueillis ne sont pas non plus des caractères de bien grande valeur. Il se pourrait donc que la découverte d'un plus grand nombre d'exemplaires que ceux recueillis par nous amenât la réunion de cette espèce provisoire avec la *B. coronata*.

BRISINGA CORONATA, Ossian Sars.

Dragages du *Travailleur* et du *Talisman*. — Atlantique, de 700 à 2500 mètres de profondeur.

Caractères distinctifs. — Nous considérons comme caractères distinctifs de la *Brisinga coronata :* 1° Son disque saillant présentant un revêtement à très peu près uniforme et semé de très petites épines se prolongeant parfois un peu sur la base des bras;

2° L'existence d'un squelette dorsal présent seulement à la base des bras et formé d'arceaux calcaires très distincts, portant des épines plus ou moins longues, s'appuyant sur les plaques adambulacraires, mais leur correspondant seulement de deux en deux;

3° L'absence de tout squelette dermique dans l'intervalle de

ces arceaux. Dans cet intervalle, le tégument présente de une à trois rides parallèles aux arceaux et couvertes de petits pédicellaires croisés; il est tout à fait lisse sur le reste de son étendue.

Le nombre des bras très variable peut tomber à 8, il est fréquemment de 9, parfois de 10; mais il peut sans doute présenter d'autres variations.

GENRE FREYELLA, E. Perrier.

Dragage 73. — Côtes du Soudan. — Profondeur, 1435 mètres.

Brisingidæ possédant un squelette dorsal ininterrompu tant sur le disque que sur la partie génitale des bras, formé de plaques calcaires polygonales, disposées en mosaïque, manquant de tentacules respiratoires. Pédicellaires croisés relativement rares, isolés et de grande taille.

FREYELLA SPINOSA, E. Perrier.

Grande et belle espèce, présentant en général 13 bras, mais pouvant aussi n'en avoir que 11 ou 12.

Bras allongés, peu renflés dans leur partie génitale, d'apparence plus rigide encore que ceux des *Brisinga coronata*.

$$R = 300\,Mm \quad r = 13\,Mm \quad R = 23\,r$$

Le diamètre de l'animal peut dépasser 6 décimètres, et ce chiffre est d'autant plus fréquemment atteint que les bras ne se détachent pas aussi facilement que chez les *Brisinga* et que l'on trouve beaucoup d'exemplaires ayant leurs bras égaux; les bras fréquemment renouvelés des *Brisinga* sont au contraire ordinairement fort inégaux. Le disque est modérément saillant au-dessus des bras. Il est couvert, comme les bras eux-mêmes d'un épais tégument légèrement soulevé par les odontophores dans les angles interbrachiaux. Le tégument contient dans son épaisseur des plaques polygonales d'assez petites dimensions formant ensemble une mosaïque qui pro-

tège non seulement le disque, mais toute la partie génitale des bras. Ces plaques disparaissent sur le reste de la longueur des bras dont le tégument est lisse et s'applique directement sur les pièces ambulacraires qu'il laisse apparaître comme dans la plupart des *Brisingidæ*. Chaque plaque du squelette dermique, tant sur le disque que sur le bras, porte de une à trois petites épines, au pied desquelles se voient un ou deux pédicellaires croisés d'assez grande taille. Quelques épines plus grandes que les autres et cannelées sont terminées en pointe mousse.

Sur le disque se voit un orifice excentrique protégé par des épines un peu plus grandes que les autres, rabattues sur lui. La plaque madréporique est tout à fait au bord du disque, presque sur sa partie déclive; elle est marquée de sillons peu sinueux, qui la traversent dans toute son étendue, et souvent fendue.

Les pièces adambulacraires, très courtes, portent chacune un long piquant recouvert par une gaine tégumentaire. En outre, de deux en deux, une pièce ovale vient se placer sur leur suture, en couvrant la moitié de leur hauteur. Cette pièce peut être considérée comme l'indication des arceaux calcaires qui forment tout le squelette du bras chez les *Brisinga*.

La membrane buccale est couverte de fines papilles et laisse apercevoir, quand elle est rétractée, les grandes papilles qui font saillie sur la membrane stomacale.

A l'état vivant, ces superbes *Freyella* sont d'un beau jaune légèrement orangé et répandent une odeur alliacée que nous n'avons jamais remarquée chez les autres Astéries.

FREYELLA SEXRADIATA, E. Perrier.

Comptes rendus de l'Académie des sciences, 10 août 1885.
A environ 5000 mètres de profondeur.

L'aspect d'une Brisingide à six bras a quelque chose de si particulier qu'on serait tenté d'abord de constituer un genre nouveau par l'Étoile de mer qui le présente. Cependant, à

part le petit nombre de bras, cette étoile possède bien exactement les caractères essentiels des *Freyella*, en ce sens que le squelette du disque et des bras est formé de pièces calcaires polygonales unies entre elles par une suture rectiligne et ne laissant apparaître aucun tube respiratoire.

Le disque est petit, pas plus élevé que les bras, très légèrement échancré dans l'intervalle de deux bras consécutifs. Son rayon est de 6 M*m*. Il est impossible d'évaluer exactement la distance du centre du disque ; au sommet des bras, tous les bras étant brisés à leur pointe, et un seul d'entre eux demeurant adhérent au disque ; mais elle ne saurait être inférieure de beaucoup à 100 M*m*. R égalerait donc de 12 à 13 fois *r*.

Tout le disque est couvert de plaques polygonales situées dans l'épaisseur des téguments et portant chacune une épine fine, assez allongée et mobile. Dans notre exemplaire qui est unique, ces épines sont nues, couchées sur le disque et, comme les plaques qui les portent sont petites, elles sont très rapprochées les unes des autres.

Les odontophores ne sont pas saillants. La plaque madréporique, petite, ovale, disposée de manière que son grand axe soit normal au bord du disque, ne présente qu'une seule fente courbe qui la traverse dans le sens de sa longueur; elle est située tout à fait au bord du disque.

Les plaques du squelette dorsal des bras sont beaucoup plus grandes que celles du disque; elles sont, comme chez les autres Brisingides, limitées à la partie renflée ou génitale du bras. Chacune d'elles porte un piquant assez allongé recouvert d'une gaine tégumentaire chargée de pédicellaires. Les plaques adambulacraires, assez longues, ne portent chacune qu'un seul long piquant, et l'on ne trouve aucune indication des arceaux squelettiques. Le revêtement de plaques calcaires des bras se termine exactement au niveau des plaques adambulacraires par une rangée de plaques rectangulaires, d'ailleurs de même structure que celles du dos.

La membrane buccale présente quelques plis rayonnants, mais ne supporte pas de papilles.

FREYELLA EDWARDSI, E. Perrier.

Travailleur, 1880. — Dragage 10.

Aujourd'hui que le genre *Freyella* est représenté dans les collections du *Talisman* par une espèce si belle et une autre si intéressante, nous regrettons d'avoir donné le nom du président de la Commission des dragages et de l'organisateur des quatre campagnes françaises à une espèce représentée jusqu'ici par un fragment de bras. Mais ce fragment de bras indiquait déjà en 1880 qu'il y avait des *Brisingidæ* autrement construites que celles que l'on connaissait, et nous pensions retrouver rapidement de complets spécimens de l'espèce qui nous était seulement annoncée; nous n'avons pas rencontré de nouveau cette espèce.

Le court fragment de bras adulte que nous avons sous les yeux diffère d'ailleurs complètement des fragments correspondant des bras de *Freyella spinosa* qu'on pourrait lui comparer. Les plaques, au lieu d'être disposées en mosaïque, y sont imbriquées; on peut les considérer comme formant autant d'arceaux qu'il existe de plaques adambulacraires, car chacune de ces plaques est, en partie, couverte par une plaque du squelette dorsal qui sert de support aux plaques suivantes ; mais, dans la partie génitale du bras, des plaques nouvelles viennent s'intercaler entre les arceaux et en dérangent la régularité; vers l'extrémité aborale de la partie génitale les arceaux deviennent peu à peu réguliers, puis ils n'atteignent que de deux en deux les plaques adambulacraires et disparaissent enfin tout à fait.

Les plaques squelettiques sont lisses et ne présentent ni épines ni piquants. Les plaques adambulacraires portent chacune un piquant tronqué et légèrement élargi au sommet, qui est divisé en petits lobes correspondant aux baguettes calcaires constituant le piquant. Ces piquants étaient sans doute protégés par une gaine couverte de pédicellaires.

GENRE ODINIA, E. Perrier.

Les *Odinia* ont l'aspect général des *Brisinga* du type de la *B.coronata*, si bien que sans un examen attentif on rangerait, à première vue, la *B. coronata* et l'*O. semi-coronata* dans la même espèce. Elles diffèrent cependant par un caractère important. Le squelette dorsal du disque a pris ici un développement considérable. Il est formé de pièces compactes, opaques, étoilées, à branches tronquées, qui s'unissent entre elles par les troncatures de leurs branches, de manière à former une sorte de dentelle à mailles étroites. *A chacune de ce mailles correspond un tentacule respiratoire.* Ces tentacules manquent complètement chez les *Brisinga* et à plus forte raison chez les *Hymenodiscus* dont le tégument dorsal, mince et peu chargé de formations calcaires, permet de faciles échanges avec le milieu ambiant.

ODINIA SEMI-CORONATA, E. Perrier.

Brisinga semi-coronata, E. Perrier. — *Comptes rendus de l'Académie des sciences* 10 août 1885.

Talisman. — Dragage 73. — Pilones. — Profondeur, 1435 à 1056 mètres. 2 exemplaires.

Quinze à dix-sept bras assez grêles, très allongés, ayant jusqu'à dix fois la longueur du disque. Disque saillant, couvert ainsi que les bras par un tégument épais et protégé, en outre, par le squelette caractéristique du genre, qui ne laisse pas apparaître les odontophores comme chez les *Brisinga* proprement dites. Chacune des pièces du squelette dorsal porte de une à trois fortes épines, souvent bifurquées ou même trifurquées au sommet. Le disque paraît ainsi irrégulièrement parsemé de robustes épines. Les tubes tentaculaires sont longs, coniques et pointus. La plaque madréporique, petite, arrondie, marquée d'un petit nombre de gros sillons, est placée

tout au bord du disque, sur sa partie inclinée vers les bras, ce qui, bien qu'elle soit légèrement saillante, la rend difficile à reconnaître.

Les bras sont revêtus d'un tégument épais qui ne laisse pas apercevoir facilement les pièces calcaires logées dans son épaisseur. La disposition des piquants sur la partie génitale des bras indique nettement cependant l'existence d'arceaux semblables à ceux des *Brisinga.* Mais ces piquants ont eux-mêmes un aspect particulier. Le tégument qui les recouvre étant plus épais et plus serré que chez la *Brisinga coronata*, ne disparaît pas aussi facilement; il enveloppe le piquant d'une gaine épaisse, couverte de pédicellaires croisés qui donne au piquant l'aspect d'une massue brusquement rétrécie à sa base. Dans l'intervalle de ces arceaux garnis de piquants, le tégument contient des séries de plaques calcaires, également disposées en arceaux, très peu visibles à travers le tégument et entre lesquelles passent des tubes tentaculaires isolés, plus petits que ceux du disque.

Chaque plaque adambulacraire porte son piquant, comme chez la *B. coronata ;* mais ces piquants sont obtus, et en outre, de chaque côté des bras, on observe, de trois en trois ou de quatre en quatre plaques, une rangée transversale de trois ou quatre piquants portés par une côte saillante, qui est probablement un arceau rudimentaire homologue de ceux de la partie génitale du bras. Ces piquants diminuent de nombre, puis disparaissent dans le dernier tiers des bras qui reprend ainsi la structure ordinaire chez les *Brisinga.*

Les téguments ne présentent pas comme chez les *Brisinga* de rides couvertes de pédicellaires, mais portent d'assez nombreux pédicellaires isolés ou disposés par petits groupes. Ces pédicellaires sont plus grands que ceux des piquants; ils sont surtout abondants dans l'angle des bras.

La membrane buccale est épaisse et garnie de papilles sessiles, disposées en séries simples rayonnant autour de la bouche; les papilles les plus rapprochées de la bouche sont les plus grosses, les suivantes s'atténuent rapidement et dispa-

raissent, ou tout au moins cessent d'être saillantes, à la surface de la membrane à mi-chemin de la bouche et du cercle dentaire. Les sillons qui séparent les rangées de papilles se continuent cependant sous forme de stries jusqu'au voisinage de ce cercle.

ODINIA ROBUSTA, E. Perrier.

Brisinga robusta, Edmond Perrier, *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 10 août 1885.

Talisman. — Dragage 73. — Pilones. — Profondeur, 1435 à 1056 mètres. — 1 exempl.
— — 72. — — 882 — 1 —

Côtes du Maroc. — 2 exemplaires de 882 à 1543 mètres.

Cette espèce se distingue de l'*Odinia semi-coronata* par ses proportions plus robustes, son disque plus saillant, uni au plan des bras par une courbe rapidement tombante ; les bras sont au nombre de 17, tellement renflés qu'ils se touchent tous, laissant seulement une sorte de trou entre eux auprès du disque. Les épines du disque et des bras sont beaucoup plus nombreuses ; il en existe un grand nombre entre la portion renflée des bras et le disque, tandis que cette partie est lisse chez l'*Odinia semi-coronata*. Les arceaux calcaires qui portent ces épines sont aussi plus rapprochés ; mais le squelette intercalaire qui existe entre eux étant lui-même plus développé, ils sont moins distincts, de sorte qu'il devient difficile de savoir quelle est la loi de leur disposition par rapport aux plaques adambulacraires.

Les caractères différentiels que nous venons d'énumérer entre l'*Odinia robusta* et l'*O. semi-coronata* se résument en un mot : la première espèce semble être une exagération de la seconde et l'on pourrait se demander s'ils sont suffisants, malgré la physionomie spéciale qui en résulte, pour les distinguer l'une de l'autre. Mais la membrane buccale fournit un caractère plus net ; elle est en effet *entièrement couverte* de papilles. Ces papilles sont extrêmement serrées, disposées en séries rayonnantes, groupées elles-mêmes en secteurs séparés par

des sillons plus profonds que ceux qui séparent les séries de papilles. Enfin ces papilles, en approchant du bord buccal, deviennent nettement *pédonculées*, et se composent d'une tête ovoïde supportée par un pédoncule grêle qui les relie à la membrane buccale.

ODINIA ELEGANS, E. Perrier.

Brisinga elegans, Edmond Perrier, *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 10 août 1885.

Talisman.	— Dragage 73.	— Pilones.	— Profondeur, 1435 à 1050 mètres.	—	1 exempl.
—	— 72.	—	— 882	—	1 —

15 exemplaires de 882 à 1435 mètres de profondeur.

Petite espèce à 19 bras, remarquable par sa forme aplatie, le disque assez large étant à peine saillant au-dessus des bras. Ceux-ci s'unissent à leur base avant d'atteindre le disque, de sorte que la proportion du disque paraît avoir augmenté et donne l'impression, quand on observe l'animal vivant, d'une Brisinga à disque large et à bras relativement courts. En mesurant du centre du disque à la jonction des bras, on trouve, en effet, sur le plus grand de nos exemplaires :

$$R = 10\,Mm \quad r = 79\,Mm \quad R < 8r$$

Les bras, ainsi unis au disque, se détachent moins facilement encore que chez les autres *Odinia*, de sorte que la plupart de nos exemplaires sont entiers. Ces bras sont du reste peu renflés dans leur région génitale, peu rétrécis au sommet et contribuent ainsi à donner à l'étoile une physionomie caractéristique.

Les pièces du squelette dorsal du disque portent, au lieu de piquants, de petites épines ordinairement isolées, parfois bifurquées ou trifurquées au sommet. Les tubes tentaculaires sont grêles et pointus.

Les arceaux calcaires des bras cessent d'être apparents, et l'on aperçoit, à travers le tégument relativement mince, le squelette dorsal du bras formé de plaques arrondies, disposées

sans ordre, irrégulièrement imbriquées et ne laissant entre elles d'intervalles que pour la sortie des tubes tentaculaires isolés. Un certain nombre de ces plaques portent de petits piquants dont la gaine tégumentaire est, comme d'habitude, couverte de pédicellaires. Sur toute la partie génitale du bras, ces piquants sont disposés sans ordre. Au delà les plaques squelettiques disparaissent, sauf sur les bords des bras où de trois en trois plaques adambulacraires elles forment des rudiments d'arceaux portant 2 ou 3 longs piquants, comme chez les autres *Odinia*. En outre chaque plaque adambulacraire porte un piquant obtus.

La membrane buccale est, dans toute son étendue, garnie de séries rayonnantes de papilles sessiles, grosses et arrondies au voisinage de la bouche, allongées, peu saillantes et devenant finalement confluentes à mesure qu'on se rapproche du cercle dentaire.

La disposition des pédicellaires est le même que chez les autres espèces.

GENRE CORONASTER, E. Perrier.

Tubes ambulacraires nettement bisériés dans la plus grande partie de la longueur des bras, mais très pressés les uns contre les autres et commençant à affecter au voisinage de la bouche une disposition légèrement quinconciale, dont la disposition quadrisériée des Astéries n'est que la réalisation complète. — Plaques adambulacraires courtes portant chacune un piquant grêle et pointu. Squelette dorsal réticulé, présentant de longs piquants portant à la moitié de leur hauteur une houppe circulaire de pédicellaires croisés. — Bras nombreux, non renflés à leur base, présentant la même structure dans toute leur étendue et rappelant les bras de l'*Asterias tenuispina*.

CORONASTER PARFAITI, E. Perrier.

Talisman. — Dragage 103. — Iles du Cap Vert. — Profondeur, 225 mètres.

Onze bras, grêles, très peu rétrécis au sommet, modérément allongés.

$$R=50Mm \quad r=6Mm \quad R<8r$$

Disque ne dépassant pas la hauteur des bras dont il est peu distinct, ceux-ci se touchant déjà par leur base avant de s'unir à lui. Squelette du disque formé de pièces imbriquées, dessinant des mailles dans lesquelles on aperçoit 3 ou 4 tubes respiratoires. Sur les nœuds de ces mailles s'élèvent des piquants isolés ou groupés par paires et portant chacun un petit paquet de pédicellaires croisés. Plaque madréporique bombée, submarginale, marquée de fins sillons sinueux, rayonnant autour d'un centre.

Squelette dorsal des bras formé par cinq bandes longitudinales, saillantes, espacées, de petites plaques imbriquées. De quatre en quatre, les plaques d'une même bande portent un long piquant vertical pointu, muni à mi-hauteur d'une volumineuse couronne de pédicellaires croisés. De chaque côté des plaques portant les piquants, partent des rangées transversales de plaques qui unissent chaque rangée longitudinale à ses voisines, contribuant ainsi à constituer un squelette assez délicat, à larges mailles rectangulaires. Dans ces mailles se trouvent un assez grand nombre de tubes tentaculaires coniques, principalement situés sur le bord des mailles.

Chez l'animal vivant, les parties du derme correspondant au squelette sont colorées en orangé, les autres sont blanches.

Les plaques adambulacraires portent chacune un petit piquant; il existe des pédicellaires droits, isolés, sur les bords mêmes de la gouttière ambulacraire.

GENRE PEDICELLASTER, Sars.

PEDICELLASTER MARGARITACEUS, E. Perrier.

Travailleur, 1882. — Dragage 39. — Profondeur, 1225 mètres.

Dans le *Rapport sur la faune sous-marine* de M. A. Milne-Edwards, 1882, p. 50.

PEDICELLASTER SEXRADIATUS, E. Perrier.

Travailleur, 1882. — Dragages 3 et 5. — Profondeur, 3307 et 3165 mètres.

Dans le *Rapport de la faune sous-marine* de M. Alph. Milne Edwards, 1884, p. 50.

FAMILLE DES ASTERIADÆ.

Stellérides possédant, en général, des pédicellaires droits et des pédicellaires croisés ; des tubes ambulacraires quadri-sériés ; une bouche ambulacraire ; des bras ordinairement au nombre de 5, quelquefois de 6 ou 7, rarement davantage, protégés par un squelette dorsal réticulé.

GENRE ASTERIAS, Linné.

ASTERIAS GLACIALIS, Lamck.

Deux magnifiques exemplaires de cette espèce ont été recueillis à peu de distance du littoral à Punta Delgada.

Ils étaient remarquables par leur couleur uniformément d'un vert clair, mais qui peu à peu a passé au bleu foncé à mesure que ces animaux se sont affaiblis. Sauf cette particularité, nos deux échantillons ne diffèrent en rien de l'*Asterias glacialis* de nos côtes, dont la couleur est ordinairement un mélange, d'ailleurs très variable, de rouge orangé et de bleu.

FAMILLE DES STICHASTERIDÆ.

Stellérides possédant des pédicellaires droits ou des pédi-

cellaires croisés, ou les deux ensemble ; des tubes ambulacraires quadrisériés au moins à la base des bras ; une bouche ambulacraire; des bras ordinairement au nombre de 5, protégés par un puissant squelette formé de rangées longitudinales, contiguës, de plaques triangulaires, imbriquées.

GENRE ZOROASTER, Wyville Thomson.

Cinq bras coniques plus ou moins rigides, quelquefois très allongés, couverts d'une granulation entremêlée d'épines. Pièces adambulacraires garnies d'un peigne transversal de piquants ; formant par leur union des festons où sont enchâssés les tubes ambulacraires. Ventouse terminale des tubes ambulacraires petite. Tubes ambulacraires quadrisériés au moins à la base des bras.

ZOROASTER FULGENS, Wyville Thomson.

Dragage 44. — Côtes du Maroc.	— Profondeur,	2083	mètres. —	10 petits exempl.
— 36. — Mogador.	—	912-1050	—	1 grand exempl.
— 60. — Côtes du Sahara.	—	1139	—	1 exemplaire.
— 81. — Tropique.	—	1139	—	4 —
— 82. — Tropique.	—	932	—	4 grands exempl.

201 exemplaires répartis sur une verticale de 1171 mètres, par une profondeur moyenne de 1492 mètres.

On ne peut douter que cette espèce, dont nous avons recueilli des exemplaires de deux tailles sans intermédiaires, ne soit bien le *Zoroaster fulgens*, de Wyville Thomson. Les petits exemplaires correspondent exactement à la figure qui a été publiée page 128 de l'ouvrage bien connu *Les Abîmes de la Mer*, et les différences qui peuvent exister entre nos petits exemplaires et les exemplaires de grande taille, sont bien de celles que l'âge amène naturellement entre les Étoiles de mer de même espèce. Nous en donnons néanmoins une description complète, afin de faire plus nettement ressortir les différences qui séparent cette belle espèce du côté oriental de l'Atlantique, des espèces qu'on trouve du côté occidental, à des profon-

deurs correspondantes dans le golfe du Mexique,et que nous avons appelées *Zoroaster Sigsbeei*, et *Zoroaster Ackleyi* dans notre Mémoire sur les Stellérides recueillis par le *Blake.*

Chez quelques exemplaires la longueur des bras, comptée à partir du centre du disque, atteint 120 millimètres. Dans des individus plus nombreux

$$R = 109\,Mm \quad r = 15\,Mm \quad R > 7\,r \quad d = 16\,Mm$$

Dans les petits individus

$$R = 85\,Mm \quad r = 9\,Mm \quad R > 9\,r \quad d = 9\,Mm$$

Le rapport de R à r tend donc à diminuer avec l'âge, ce qui revient à dire que le disque s'élargit proportionnellement plus que les bras ne s'allongent.

L'aspect général des grands exemplaires rappelle assez bien un *Stichaster* dont la granulation serait extrêmement fine ; la disposition des plaques en rangée est la même ; mais la constitution de la gouttière ambulacraire présente d'importantes particularités qui rappellent à certains égards ce qu'on observe dans une famille toute différente, celle des ASTROPECTINIDÆ.

Les tubes ambulacraires sont disposés sur quatre rangées jusqu'à l'extrémité des bras, comme chez les *Asterias* et les *Stichaster;* mais, comme nous l'avons signalé chez les *Goniopecten* de la mer des Antilles, et comme on le voit chez divers *Archaster*, la ventouse terminale de ces tubes est très petite et le tube se renfle immédiatement au-dessus d'elle, s'acheminant ainsi vers la forme des tubes ambulacraires coniques et dépourvus de ventouse des *Luidia* et des *Astropecten.* Les plaques adambulacraires elles-mêmes présentent une disposition analogue à celle qu'on observe dans ces derniers genres; elles sont taillées de manière à présenter, suivant leur hauteur, une arrête médiane qui fait saillie dans la gouttière ambulacraire. Deux plaques consécutives constituent ainsi une logette demi-cylindrique qui enchâsse le tube ambula-

craire correspondant. La saillie de l'arête et, par conséquent, la séparation des tentacules consécutifs est encore accusée par la présence d'un piquant comprimé, recourbé en lame de sabre, semblable à celui que présente la gouttière ambulacraire des *Astropecten*. Derrière ce piquant chaque plaque adambulacraire en porte d'autres disposés, toujours comme chez les *Astropecten*, en une rangée transversale. Ces piquants sont droits et mobiles. Mais en dehors de l'existence, exceptionnelle partout ailleurs, de quatre rangées de tubes ambulacraires, ce qui nous ramène nettement au type des ASTERIADÆ c'est que, à la base du piquant en lame de sabre, se trouve une apophyse saillante dans la gouttière ambulacraire, recouverte par les téguments qui se prolongent, au delà de son extrémité, en un petit support membraneux terminé par un bouquet de *pédicellaires droits*, en tout semblables à ceux des *Asterias*. Les plaques ventrales qui suivent les plaques adambulacraires sont couvertes de piquants aplatis, les uns grands, les autres petits. Ces piquants sont couchés sur la face ventrale ; sur chaque série de plaques perpendiculaires à la gouttière ambulacraire, on trouve deux rangées de piquants plus grands, disposées dans le sens de la série et d'autres plus petits irrégulièrement placés. Il n'y a pas de démarcation entre les plaques ventrales et les plaques dorsales. Toutes ces plaques se suivent aussi bien dans le sens transversal que dans le sens longitudinal. Dans le sens transversal, elles forment autant d'anneaux contigus qu'il y a de plaques adambulacraires ; dans le sens longitudinal elles forment, de chaque côté, entre la rangée des plaques médianes dorsales, toujours plus grandes que les autres, et la rangée adambulacraire, cinq rangées. Aux angles des plaques on observe des papilles respiratoires isolées chez les petits exemplaires, par groupes de trois, en général, chez les grands. En conséquence du mode d'arrangement des plaques, les papilles sont elles-mêmes disposées en rangées longitudinales en nombre de 4 de chaque côté. Toutes les plaques dorsales sont revêtues de piquants mobiles semblables aux plus petits piquants de la région ventrale. En

outre, chacune des plaques de la région médiane dorsale s'élève en une assez forte épine. Des pédicellaires droits, isolés, d'assez forte taille, mais peu nombreux, sont disséminés parmi les piquants. Nous n'avons pas vu de pédicellaires croisés. Sur le disque, on observe un pentagone formé de 10 plaques saillantes, dont 5 forment la terminaison de la rangée médiane de plaques dorsales et 5 sont interradiales. Au centre, la plaque centrodorsale est également saillante.

La plaque madréporique est en dehors du pentagone dorsal. Ses sillons forment un double pinceau transversal, comprenant entre ses épanouissements terminaux deux groupes opposés de sillons en forme de V.

Chez les petits exemplaires, les tubes ambulacraires ne forment plus que deux séries dans le dernier tiers des bras.

ZOROASTER LONGICAUDA, sp. nov.

Dragage 136.	— Entre les Açores et l'Europe.	— Profondeur,	4255	mètres.	— 4 exempl.
— 101.	— Sénégal.	—	3200	—	1 —
— 102.	— Sahara.	—	3655	—	1 —
— 131.	— N.-E. des Açores.	—	2995	—	5 —

11 exemplaires répartis sur une région verticale de 1260 mètres, à une profondeur moyenne de 3526 mètres.

Les exemplaires de la dernière provenance, la moins profonde de toutes, sont notablement plus petits que ceux des autres stations.

Cette espèce est remarquable par le développement énorme des bras :

$$R = 195 \text{ M}m \quad r = 12 \text{ M}m \quad R > 16\, r$$

Peu d'Astéries, à part les *Brisinga*, ont, comme on le voit, des bras aussi longs, relativement aux faibles dimensions du disque. L'animal, les bras étendus, a tout près de 4 décimètres de diamètre, quand son disque atteint à peine 25 millimètres. Ces bras si longs sont aussi beaucoup plus flexibles que chez le *Zoroaster fulgens*. Ils rappellent à cet égard ce qu'on observe chez le *Zoroaster Ackleyi* du golfe du Mexique, dont les

bras sont d'ailleurs beaucoup plus courts. Les bras du *Zoroaster longicauda* sont en même temps très pointus et très grêles; ils s'élargissent toutefois assez rapidement à leur base, sans présenter d'ailleurs l'aspect fusiforme des bras des *Brisinga*. Leur diamètre, à 5 centimètres de leur base, n'est déjà plus que de 8 millimètres environ sur l'individu dont nous venons de donner les dimensions. Il faut sans doute rapprocher de la gracilité des bras, le fait que les tubes ambulacraires ne sont disposés sur quatre rangées que dans leur premier quart, près de leur base par conséquent. Sur tout le reste de leur longueur, ils ne forment que deux rangées, comme chez les *Pedicellaster* et les autres *Brisingidæ*. Les ventouses de ces tubes sont encore petites, moins cependant, toutes proportions gardées, que celles du *Zoroaster fulgens*.

Les piquants que portent les plaques adambulacraires sont disposés de manière à former un peigne perpendiculaire à la direction de la gouttière, comme dans le *Zoroaster fulgens*, et, comme dans cette espèce, chaque tube ambulacraire est enchâssé entre deux plaques adambulacraires consécutives et séparé de ses voisins par les piquants qui font saillie dans la gouttière. Ces piquants sont ordinairement au nombre de 4 sur chaque plaque. Le premier d'entre eux ne diffère pas aussi sensiblement des autres que dans le *Z. fulgens;* il s'incline presque horizontalement vers la gouttière et porte sur sa face extérieure un bouquet de 6 ou 8 pédicellaires droits. Les trois piquants suivants portent également sur leur face externe, le premier un bouquet de trois ou quatre pédicellaires, les deux autres, en général, un seul de ces organes dirigé en dehors. En outre, des pédicellaires semblables sont disséminés sur la face ventrale et s'y trouvent isolés. On remarquera cette disposition fasciculée des pédicellaires droits chez le *Zoroaster fulgens* et le *Z. longicauda*. Elle n'est pas très fréquente chez les ASTERIADÆ, où elle est au contraire presque constante pour les pédicellaires croisés, et ne s'observe, comme chez nos deux espèces de *Zoroaster*, que sur les piquants de la gouttière ambulacraire.

La face ventrale est plus réduite encore que chez le *Zoroaster fulgens;* elle présente 2 ou 3 rangées irrégulières de longs piquants mobiles, renversés en dehors et, en outre, un revêtement irrégulier de piquants courts, obtus, enveloppés dans une gaine tégumentaire, comme les piquants des *Brisinga*, sans toutefois porter de pédicellaires. De semblables piquants couvrent d'un revêtement uniforme toute la face dorsale des bras, et forment une sorte de velouté qui laisse à peine apparaître les rangées de plaques constituant le squelette des bras, comme chez les autres espèces. On distingue cependant le long des bras quatre lignes enfoncées qui correspondent aux lignes de papilles respiratoires situées, comme on sait, dans l'intervalle des rangées de plaques. De plus, la rangée médiane dorsale est accusée par une ligne de courts piquants pointus. Ces piquants sont isolés sur chaque plaque.

On n'aperçoit pas davantage les plaques constitutives du disque, si saillantes chez d'autres espèces, le *Zoroaster Sigsbeei*, par exemple, et encore bien marquées chez le *Zoroaster fulgens*. La plaque madréporique, très petite, est elle-même dissimulée par ces piquants.

Je n'ai pas réussi à découvrir d'autres pédicellaires que les pédicellaires droits de la face ventrale et de la gouttière ambulacraire.

GENRE STICHASTER, Müller et Troschel.

Squelette des bras formé de rangées régulières de plaques contiguës et granuleuses. Quatre rangées de tubes ambulacraires dans toute la longueur des bras.

STICHASTER TALISMANI, sp. nov.

Dragage	52. — Canaries.	Profondeur,	946 mètres. —	1 exemplaire.		
—	121. — Sud de Fayal.	—	1442	—	2	—
—	122. — Mer des Sargasses.	—	1440	—	2	—
—	127. — Açores.	—	1257	—	14	—

19 exemplaires répartis sur une verticale de 496 mètres, à une profondeur moyenne de 1271 mètres.

Sur un des plus grands exemplaires,

$$R = 62 Mm \quad r = 12 \quad R > 5r \quad d = 12$$

Les bras, au nombre de cinq, sont régulièrement coniques de la base au sommet et pointus. Ils sont convexes en dessus, aplatis ou même légèrement concaves en dessous, de sorte que leur face ventrale est nettement distincte de leur face dorsale. Chaque plaque adambulacraire porte deux piquants disposés transversalement, l'un au bord même de la gouttière ambulacraire, l'autre un peu en dehors. Ces piquants sont obtus, et le piquant interne se renverse fréquemment au-dessus de la gouttière ambulacraire, tandis que le piquant externe se renverse au dehors et s'applique contre les bras. La face ventrale présente deux rangées de plaques cachées sous les téguments; chaque plaque porte un peigne disposé longitudinalement, de trois piquants obtus divergents. Ces peignes sont sur le prolongement les uns des autres, de sorte que l'on compte sur la face ventrale tout entière deux rangées longitudinales de piquants. Dans l'intervalle de ces deux rangées de piquants, se trouve une rangée de pédicellaires croisés tout à fait indépendants des piquants. On n'aperçoit pas de pédicellaires droits, même au voisinage des piquants ambulacraires.

Les faces dorsales et latérales sont constituées par sept rangées de plaques imbriquées de l'extrémité des bras à leur base dans une même rangée, contiguës d'une rangée à l'autre; dans les sept rangées qui sont complètes, il existe,

par conséquent, le même nombre de plaques ; la rangée inférieure de chaque côté s'atténue beaucoup vers le dernier tiers des bras, de sorte qu'elle ne paraît pas atteindre leur extrémité. La rangée médiane dorsale est formée de plaques plus grandes que les autres. Bien que contenues dans le tégument, ces plaques portent un certain nombre de piquants, si courts et si obtus qu'on pourrait les décrire comme une sorte de granulation formée de grains sphériques, grossiers et largement espacés. Il en existe une dizaine sur les plaques de l'arête dorsale, cinq ou six au maximum sur les autres. Entre ces plaques, notamment dans les sillons qui séparent les unes des autres les rangées voisines, on trouve de petits pédicellaires croisés isolés. Ces pédicellaires sont surtout nombreux sur les faces latérales des bras.

Sur tous les individus que j'ai sous les yeux, de petits enfoncements alternant avec les plaques, aussi bien dans le sens longitudinal, où ils sont nettement disposés en rangées, que dans le sens transversal, contiennent de une à trois papilles membraneuses (tubes respiratoires). Ces papilles manquent entre les plaques adambulacraires et la première rangée de plaques ventrales, entre celle-ci et la seconde; mais elles se montrent entre cette dernière et la première rangée de plaques dorsales, fournissant ainsi un caractère permettant de délimiter nettement une face ventrale, comme cela a lieu pour le genre *Linckia*.

Le disque est limité par un enfoncement circulaire assez marqué vis-à-vis des angles interbrachiaux, mais interrompu sur le prolongement des rangées médianes dorsales de plaques par la dernière plaque de chacune de ces rangées. Sur l'angle interne de ces cinq plaques, viennent s'appuyer cinq autres plaques, exactement interbrachiales, situées au dedans du cercle enfoncé et dont l'une porte la plaque madréporique. Une plaque centro-dorsale, entourée d'autres plaques plus petites au nombre d'une dizaine, complète le squelette du disque. Entre ces plaques, se trouvent de grandes papilles respiratoires isolées. La plaque madréporique est petite, cir-

culaire, un peu enfoncée, étroitement entourée de granules et marquée d'assez larges sillons sinueux disposés à peu près symétriquement sur la moitié interne et la moitié externe de la plaque.

Observation. — Cette espèce se distingue nettement du *Stichaster aurantiacum* avec laquelle elle a quelque ressemblance par sa taille moindre, ses bras plus grêles et plus pointus, ses granulations beaucoup moins serrées, ses papilles respiratoires presque isolées au lieu d'être disposées en groupes ; la constitution nettement définie de son disque, sur lequel tranchent par leurs dimensions, parmi les petites plaques situées entre elles, la plaque centro-dorsale, les cinq plaques interradiales, dont l'une porte le madréporite et les cinq plaques radiales.

Le *Stichaster roseus* a une granulation infiniment plus fine et des plaques dorsales beaucoup plus nombreuses, irrégulièrement disposées.

A l'état vivant, le *Stichaster Talismani* est de couleur orangée.

Ordre II. — Stelleridæ Spinulosæ.

FAMILLE DES ECHINASTERIDÆ.

GENRE CRIBRELLA.

CRIBRELLA ABYSSICOLA.

Dragage	22. —	Côte du Maroc. —	Profondeur,	1635 mètres. —	1	exemplaire.
—	20. —	—	—	1105 —	1	—
—	32. —	—	—	1590-1350 —	3	—
—	33. —	—	—	1350-836 —	2	—

7 exemplaires de 836 à 1635 mètres de profondeur.

Cinq bras flexibles, se déformant facilement dans l'alcool.

$$R = 57\ Mm \quad r = 10\ Mm \quad R = 5{,}7r$$

Plaques ambulacraires portant un peigne de cinq ou six piquants divergents, disposés obliquement par rapport à la direction de la gouttière ambulacraire. Ces piquants sont réunis par une sorte de demi-palmure et le plus interne d'entre eux est un peu plus court que les autres, comprimé et légèrement arqué. Le reste de la surface ventrale de chaque plaque ambulacraire est couvert de très petits piquants, très serrés les uns contre les autres. Les piquants correspondant à chaque plaque forment un groupe distinct. Sur la face ventrale, on aperçoit trois rangées longitudinales de plaques assez régulières, dans lesquelles les plaques se correspondent de manière à former des ébauches de rangées transversales; mais cette disposition s'efface rapidement sur les côtés et sur le dos, où toutes les plaques forment un réseau irrégulier, formé de petites plaques n'atteignant guère que 1 millimètre de diamètre et couvertes de petits piquants disposés en brosse comme ceux de la face ventrale. Dans les mailles de ce réseau, se trouvent des pores tentaculaires isolés. Des pores semblables se trouvent aussi sur la face ventrale, immédiatement après la rangée des plaques qui sont en contact avec les plaques adambulacraires. La plaque madréporique, située vers le milieu de l'un des arcs interbrachiaux, est assez grande, mais cachée par les piquants.

Observation. — Quelle que soit leur provenance, les Cribrelles sont si voisines les unes des autres qu'à peine semble-t-il possible, à première vue, de les diviser en espèces nettement caractérisées. Les différences qu'on peut signaler entre elles résident dans la longueur relative des bras, dans la finesse de leur ornementation, le nombre des pores tentaculaires qu'on observe dans les mailles de leur réseau squelettique, la constitution de l'armature ambulacraire. Par les proportions de ses bras, par la finesse de l'ornementation de ses téguments, la *Cribrella abyssicola* se rapproche beaucoup de la *Cribrella Antillarum*, E. P., qui vit dans la mer des Antilles à des profondeurs variant de 300 à 1500 mètres. Il est donc

nécessaire de bien préciser en quoi les deux espèces diffèrent.

Dans la *Cribrella Antillarum*, le diamètre des plaques squelettiques est plus grand que celui des mailles qu'elles circonscrivent ; c'est le contraire chez la *Cribrella abyssicola*, dont les mailles porifères sont par conséquent très apparentes. Dans la *Cribrella Antillarum*, les piquants qui recouvrent les plaques dorsales sont si courts qu'on pourrait les décrire comme des granules ; chez la *Cribrella abyssicola*, ils ont nettement l'aspect de petits piquants. Cette différence est surtout frappante sur la face ventrale, qui est simplement granuleuse chez la *Cribrella Antillarum*. Les plaques ventrales sont plus grandes, nettement rectangulaires, dans cette dernière espèce, où elles forment des rangées longitudinales bien accusées; leur forme et leur disposition sont, au contraire, assez irrégulières chez la *Cribrella abyssicola*. Dans la *Cribrella Antillarum*, les plaques adambulacraires, couvertes de petits piquants obtus, portent, sur le bord de la gouttière, trois piquants mousses, disposés en rangée longitudinale et, *dans la gouttière même*, deux piquants plus petits, bien visibles seulement quand on écarte les bords de la gouttière, souvent placés l'un devant l'autre et séparant les tubes ambulacraires consécutifs. Dans la *Cribrella abyssicola*, cette double armature est remplacée par un peigne oblique de cinq ou six piquants divergents dont l'interne est le plus petit. Les différences entre les deux formes des régions profondes sont donc assez nettes pour justifier une distinction spécifique.

Ces deux formes ne sauraient d'ailleurs être confondues avec la *Cribrella Hyadesi*, E. P., espèce encore inédite du cap Horn. Cette espèce a les bras beaucoup plus courts, et les mailles de son réseau calcaire contiennent plusieurs pores tentaculaires, ce qui la rapproche singulièrement de la *Cribrella ornata*, E. P., du cap de Bonne-Espérance.

Ordre III. — Stelleridæ Valvulatæ.

FAMILLE DES LINCKIADÆ.

Genre CHÆTASTER, Müller et Troschel.

CHÆTASTER LONGIPES, M. T.

Dragage	24.	— Au sud de Cadix.	— Profondeur,	120	mètres.	—	1	exemplaire.
—	23.	— —	—	120	—		1	—
—	68.	— Sahara.	—	102	—		1	—
—	87.	—	—	1013	—		8	—
—	68.	—	—	102	—		2	—
—	81.	— Tropique.	—	1139	—		1	—
—	67.	— Sahara.	—	130	—		15	—

Une trentaine d'exemplaires, de profondeurs variant de 120 à 139 mètres.

La couleur de ces beaux Stellérides est d'un jaune soufre à l'état vivant. Cette espèce avait été longtemps considérée comme propre à la Méditerranée. Elle est, comme on voit, abondante à des profondeurs relativement faibles des parties chaudes de l'Atlantique. On peut la considérer comme appartenant à la zone coralligène.

GENRE OPHIDIASTER, L. Agassiz.

OPHIDIASTER OPHIDIANUS, Lamarck.

Quatre beaux exemplaires de cette espèce ont été recueillis à Punta Delgada.

L'*Ophidiaster ophidianus* a été, de même que le *Chætaster longipes*, longtemps considéré comme propre à la Méditerranée. Il avait déjà été recueilli à Madère, en 1843, par MM. Castelneau et Deville et en 1873 aux îles du Cap Vert par M. Bouvier.

GENRE NARCISSIA, Gray.

NARCISSIA CANARIENSIS.

1839. — *Asterias Canariensis*, d'Orbigny, *Voyage de Webb et de Berthelot aux îles Canaries*, p. 148. — *Echinodermes*, pl. II, fig. 8 à 5.

1840. — *Narcissia Teneriffæ*, Gray, *Annals of nat. history*.

Dragage 107. — 1 exemplaire des îles du Cap Vert pêché à 75 mètres de profondeur

La couleur de ce Stelléride est orangée à l'état vivant. Il n'avait encore été trouvé qu'aux îles Canaries et doit se rencontrer sur la côte d'Afrique, dans la zone coralligène. Il est possible qu'on le rencontre un jour dans la Méditerranée.

Nous avons rappelé dans notre *Revision des Stellérides Archives de Zoologie expérimentale*, (t. IV, p. 434), que le docteur Lütken avait, en 1864 et 1871, pensé à identifier l'*Asterias canariensis* de Webb et Berthelot avec le *Chætaster longipes*, bien qu'en 1862 Dujardin et Hupé, ayant examiné le type de d'Orbigny, en eussent déjà fait un *Scytaster*. Ce type de d'Orbigny est actuellement entre nos mains; il a été donné à la collection des Stellérides du Muséum, par notre éminent collègue, M. Albert Gaudry, professeur de paléontologie; son examen confirme pleinement l'identification que nous en avions faite, d'après les figures de d'Orbigny, avec la *Narcissia Teneriffæ* de Gray, que nous avons examinée au British Museum.

GENRE FROMIA, Gray.

FROMIA NARCISSIÆ.

Dragages 106 et 107. — 75 mètres. — Iles du Cap Vert. — 4 exemplaires associés à la *Narcissia Canariensis*.

$R = 28$ M*m* $r = 5$ M*m* R. $= 5.\ r > 6r$

Plaques adambulacraires portant chacune, dans la gout-

tière ambulacraire même, quatre piquants aplatis, tronqués, suivis en dehors de trois piquants à peu près de leur forme et affleurant au même niveau qu'eux, après lesquels vient une rangée de granules qui se fondent avec la granulation générale de la face ventrale. Face ventrale formée par deux rangées de plaques carrées sans pores tentaculaires; face dorsale du disque et des bras limitée par une rangée de plaques marginales semblables aux plaques ventrales avec qui elles sont contiguës, formée de plaques polygonales, souvent irrégulièremeut hexagonales ou arrondies et présentant à leurs angles des pores tentaculaires isolés, couverts par une granulation uniforme assez serrée, mais laissant nettement apparaître le contour des plaques. — Plaque madréporique petite, triangulaire, située entre le deuxième et le troisième tiers de la distance du centre du disque au sommet de l'arc interbrachial qui est presque nul.

Observation. — Il se pourrait que les échantillons que nous donnons sous le nom de *Fromia*, bien qu'ils présentent de la façon la plus nette les caractères de ce genre, ne fussent que de jeunes *Narcissia*. Les piquants des plaques adambulacraires des *Narcissia* adultes sont, à la vérité, au nombre de 5 en général sur la première rangée au lieu de 4. Ceux de la deuxième rangée sont souvent au nombre de 5 ou 6 au lieu de 3, mais ils sont assez irrégulièrement disposés et il n'est pas bien certain que ces nombres, toujours indiqués dans les caractéristiques d'espèces, soient absolument invariables avec l'âge. Ce caractère écarté, ainsi que la faible taille des *Fromia* relativement aux *Narcissia*, qui est justiciable de l'âge, il ne reste plus pour distinguer les deux types que la forme des bras aplatis chez les *Fromia*, fortement carénés le long de la ligne médiane dorsale chez les *Narcissia;* mais une de nos *Fromia*, la plus grande, présente déjà un commencement d'indication de cette carène.

Si de nouvelles recherches justifient cette indication, il serait nécessaire soit de séparer définitivement les *Narcissia*

des *Scytaster*, comme l'avait fait Gray, soit de réunir les *Fromia* aux *Scytaster*, comme le voulaient Müller et Troschel. Mais si cette dernière façon de faire prévalait, il faudrait réunir en un seul genre tous les êtres qui traversent en se développant des formes analogues. Ce serait la destruction de toute classification. Nous pensons donc qu'il convient de séparer dès maintenant les *Narcissia* des *Scytaster*, et de les placer, comme un chaînon intermédiaire, entre ce genre et celui des *Fromia*, qui conduit à son tour aux GONIASTERIDÆ.

FAMILLE DES GONIASTERIDÆ.

Le genre *Astrogonium*, M. et T., qui comprend un très grand nombre d'espèces, a été l'objet d'essais de démembrements qui n'ont pas été très heureux. L'absence ou la présence de granulations sur les plaques squelettiques est un caractère d'autant moins fidèle que la plupart des espèces à ossicules lisses sont d'abord granuleuses. Nous pensons arriver à un résultat plus satisfaisant en divisant les espèces, d'après leur forme, en quatre groupes qui peuvent être considérés comme autant de genres; ce sont les suivants :

1° *Stephanaster* Ayres, sens. nov. — Espèces plus ou moins pentagonales, à sommets brachiaux dilatés ou tout au moins arrondis; à plaques marginales peu nombreuses;

2° *Pentagonaster*. — Espèces pentagonales, à côtés sensiblement rectilignes, à plaques marginales, ordinairement peu nombreuses;

3° *Astrogonium*, sens. nov. — Espèces à côtés plus ou moins concaves, à sommet des bras aigu; à plaques marginales nombreuses, séparées sur toute la longueur du bras;

4° *Dorigona*. — Espèces à côtés concaves, à bras aigus, souvent très allongés, à plaques marginales nombreuses, contiguës d'un côté à l'autre sur une partie, au moins, de la longueur des bras.

Les Étoiles appartenant à ces quatre groupes ont une phy-

sionomie bien distincte; il est rare qu'on puisse hésiter à les rapporter à l'un ou à l'autre, et il y a avantage, en raison de leur nombre, à adopter une répartition en genres moins étendus que le genre *Pentagonaster* auquel nous nous étions arrêté dans notre *Revision des Stellérides*.

GENRE STEPHANASTER, Ayres.

STEPHANASTER BOURGETI, E. Perrier.

Dragage	111. — Saint-Vincent.	— Profondeur,	580 mètres.	— 17 exemplaires.
—	110	—	—	450 —	6 —
—	112. — Iles du Cap Vert.	—	347-405 —	1 —
—	123	—	—	560 —	3 —

27 exemplaires de 400 à 600 mètres.

Espèce remarquable par sa forme, qui est celle d'un pentagone à sommet très obtus et à côtés légèrement concaves. Cette forme est surtout caractéristique chez les individus petits et moyens; elle est due aux dimensions relatives des plaques marginales, dorsales et ventrales. Ces plaques sont au nombre de six pour chaque côté du corps, sans compter une petite plaque impaire terminale. Les deux plaques moyennes dorsales sont en forme de trapèze allongé normalement aux côtés du corps; leur hauteur est double environ de la longueur de leur plus grande base. Les plaques suivantes sont beaucoup plus larges et présentent cinq côtés. Le côté extérieur est sensiblement convexe; les deux côtés latéraux sont très inégaux, le côté voisin du sommet du bras étant moitié moindre que le côté opposé; les deux côtés intérieurs sont aussi très inégaux; le plus grand, tourné vers le sommet du bras, est double du plus petit et s'accole dans toute sa longueur au côté correspondant de la plaque symétrique; les deux petits côtés font entre eux un angle obtus et concourent à limiter l'aire dorsale. La dernière plaque dorsale est petite, trapézoïdale et séparée par la précédente de l'aire dorsale.

Les plaques ventrales sont en même nombre que les plaques

dorsales; mais les quatre plaques moyennes diffèrent moins entre elles par leurs dimensions.

Chez le plus grand individu :

$$R = 35Mm \quad r = 26Mm$$

Chez ceux de taille moyenne :

$$R = 20\ Mm \quad r = 15\ Mm \quad R = 4/3\ r$$

Chez les grands individus il existe une plaque de plus à chacune des deux extrémités des côtés du corps. Les plaques moyennes et celles de la deuxième paire sont moins disproportionnées par rapport à celles de la troisième, qui demeurent cependant les plus grandes, de sorte que le contour de l'animal se rapproche de la forme pentagonale régulière.

Cette inégalité des plaques marginales rappelle ce qu'on observe chez le *Pentagonaster pulchellus*, Gray, de la Nouvelle-Zélande, chez le *Pentagonaster Dübeni*, Gray, le *P. Gunnii*, Perrier, tous deux d'Australie, et le *Pentagonaster* (*Astrogonium*) *dilatatus*, Perrier, de la Nouvelle-Zélande, tous animaux d'ailleurs bien différents soit par le rang de la plus grande plaque, soit par le nombre des plaques marginales.

On ne peut dire que les plaques marginales, tant dorsales que ventrales, soient lisses comme chez les *Tosia*, ni complètement granuleuses comme chez les *Astrogonium*, ce qui montre une fois de plus le peu de valeur des genres que Gray ou même Müller et Troschel ont essayé de baser sur ce caractère. Ces plaques portent, en effet, sur tout leur pourtour, un nombre variable de rangées de granules; mais, en outre, des granules isolés sont disséminés sur toute leur surface et encastrés chacun dans un petit enfoncement de l'ossicule, où ils conservent une certaine mobilité. Ils sont parfois translucides et rappellent alors un peu les sphéridies des Oursins.

Ces plaques portent souvent, en outre, un certain nombre de pédicellaires d'une forme remarquable, que l'on retrouve d'ailleurs sur la plupart des ossicules dorsaux. Ces pédicellaires sont formés de deux longues lames verticales, en forme de

cuillère allongée, légèrement élargies à leur base. Dans leur attitude normale, ces deux lames sont couchées horizontalement sur l'ossicule, qui présente au-dessous de chacune d'elles une cavité destinée à les recevoir et sur laquelle elles se moulent exactement. Lorsque le pédicellaire est ainsi ouvert, leurs bases sont, en regard l'une de l'autre, séparées par un espace vide et semblent au premier abord former à elles seules un pédicellaire valvulaire ordinaire.

Il arrive quelquefois que la fossette correspondante aux bases des pédicellaires se comble au-dessous d'elles et les retient captives; un pareil fait montre que l'activité de ces organes ne saurait être très grande. On remarquera la ressemblance de ces pédicellaires avec ceux des *Ophidiaster;* ils constituent donc une transition entre les pédicellaires des LINCKIADÆ et ceux des GONIASTERIDÆ.

Les ossicules dorsaux sont couverts de granules assez grossiers, polyédriques sur le pourtour, arrondis sur la surface et situés chacun dans un alvéole. Ces ossicules portent souvent un ou deux pédicellaires semblables à ceux des plaques marginales et irrégulièrement placés. La plaque madréporique grande, bien distincte, marquée de quatre groupes de sillons rayonnants, ramifiés, est retenue au premier tiers de la distance entre le centre du disque et le sommet de l'arc interbrachial correspondant.

La bordure des granules des plaques marginales ventrales est formée d'un plus grand nombre de rangées que celle des plaques marginales dorsales. Les granules des plaques ventrales sont à peu près semblables à ceux des plaques dorsales. Quelques-unes des plaques voisines des plaques adambulacraires portent un pédicellaire semblable à ceux des plaques dorsales. Les plaques adambulacraires portent aussi presque constamment un pédicellaire situé près de leur bord opposé à la gouttière ambulacraire. Ces pédicellaires adambulacraires sont habituellement fermés; à leurs branches, assez semblables à celles de pédicellaires dorsaux, ne correspondent pas de fossettes de repos. Outre les granules ordinaires,

chaque plaque adambulacraire porte dans le sillon ambulacraire cinq piquants prismatiques, et en arrière de ces piquants, trois granules plus gros que les granules ventraux et qu'on peut considérer comme formant une seconde rangée de piquants.

GENRE PENTAGONASTER, Linck, Sens. restr.

PENTAGONASTER CRASSUS, E. Perrier.

Dragage 80. — Côtes du Maroc. — Profondeur, 1139 mètres.

Corps épais, pentagonal.

Plaques marginales dorsales au nombre de 12, plus longues que larges, diminuant de longueur à l'extrémité des bras, où trois d'entre elles sont contiguës à leurs symétriques.

Plaques marginales ventrales disposées comme les dorsales.

Piquants adambulacraires, au nombre de 5, minces et serrés. Granulations dorsale et ventrale assez fines et uniformes.

PENTAGONASTER DEPLASI, E. Perrier.

Dragage 34. — Côtes du Maroc. — Profondeur, 1123 mètres.
— 73. — Pilones. — 1435 à 1056 — — 2 exemplaires.

Plaques marginales au nombre de 16 à 18, les ventrales en même nombre que les dorsales.

Angles interbrachiaux légèrement concaves.

Piquants adambulacraires au nombre de 3 sur chaque plaque, suivis d'une rangée de piquants plus gros.

Ossicules dorsaux hexagonaux, revêtus d'une granulation uniforme.

PENTAGONASTER VINCENTI, E. Perrier.

Dragage 52. — Canaries. — Profondeur, 946 mètres.

Corps pentagonal ; entièrement granuleux.

Plaques marginales dorsales au nombre de 16.

Plaques marginales ventrales au nombre de 16.

Piquants des plaques adambulacraires au nombre de 4 sur chaque plaque.

Des pédicellaires valvulaires, à mâchoires étroites et dressées, formant une rangée régulière de chaque côté des gouttières ambulacraires et situés isolément sur les plaques ventrales qui suivent immédiatement les plaques adambulacraires.

PENTAGONASTER GOSSELINI, E. Perrier.

Talisman. —	Dragage	32. —	Maroc.	— Profondeur,	1590 à 1350 mètres. —	4	exempl.
—	—	34.	—	—	1123 —	1	—
—	—	37. —	Mogador.	—	1050 —	2	—
—	—	51. —	Canaries.	—	1238 —	2	—
—	—	52.	—	—	946 —	1	—
—	—	127. —	Açores.	—	1257 —	10	—

20 exemplaires, répartis sur une verticale de 774 mètres.

Corps de forme sensiblement pentagonale, à côtés plus ou moins profondément échancrés, entièrement granuleux aussi bien sur la face dorsale que sur la face ventrale. Plaques marginales dorsales et ventrales en même nombre, ordinairement au nombre de 10 pour chacun des côtés du corps (5 pour chaque bras), mais pouvant descendre au nombre de 8 ou s'élever au nombre de 14. Piquants des plaques adambulacraires au nombre de 4 ou 5 sur chaque plaque. Ordinairement point de pédicellaires; il peut cependant exister de petits pédicellaires en pince, avec alvéole pour leurs mâchoires, sur les ossicules dorsaux, y compris les plaques marginales.

PENTAGONASTER GRANDIS, E. Perrier.

Talisman. —	Dragage	30. —	Côtes du Maroc.	— Profondeur,	1435 mèt. —	6	exempl.
—	—	37.	—	—	1050- 856 —	4	—
—	—	85. —	Côtes du Sahara.	—	830 —	1	—
—	—	95.	—	—	1160- 1230 —	1	—
—	—	122.	—	—	1440 —	10	—
—	—	126. —	Açores.	—	1258 —	7	—

29 exemplaires, répartis sur une verticale de 584 mètres, de 930 à 1440 mètres.

Corps pentagonal, à côtés plus ou moins profondément

échancrés, couvert de granules susceptibles de disparaître, notamment sur les plaques marginales, autour desquelles ils persistent seulement à l'état de bordure. Plaques marginales dorsales et ventrales en même nombre. Nombre de ces plaques variant, suivant les échantillons, de 12 à 20 pour chaque côté du corps, les nombres 16 et 20 étant les plus fréquents. Ossicules dorsaux légèrement convexes, arrondis, granuleux et entourés d'un cercle de granules plus gros, nettement séparés les uns des autres dans les régions radiales, laissant apparaître un pore tentaculaire dans chacune des aires comprises entre leurs points de contact; souvent contigus et formant une plage triangulaire sans pores dans les régions interradiales. Base de ces plages reposant sur les plaques marginales dorsales. De très petits pédicellaires disséminés sur les plaques dorsales et ventrales, souvent représentés par une petite perforation entourée de deux ou trois lamelles calcaires. Piquants adambulacraires au nombre de 5, 6, 7 ou même 8 sur chaque plaque.

PENTAGONASTER HÆSITANS, E. Perrier.

Dragage 38. — Cap Ghir. — Profondeur, 2210 mètres. — 1 exemplaire.

Plaques marginales dorsales et ventrales au nombre de 20 pour chaque côté du corps, légèrement bombées, portant, ainsi que les ventrales, de très petits pédicellaires.

Piquants adambulacraires, au nombre de 16 pour chaque plaque adambulacraire.

Pédicellaires très petits, présents sur les ossicules dorsaux et ventraux, notamment au voisinage des gouttières ambulacraires et des angles buccaux, différant du *P. grandis* par ce caractère, ainsi que par les ossicules dorsaux, plus petits, et la plus profonde échancrure des côtés presque anguleux.

Genre ASTROGONIUM, M. et T., s. nov.

ASTROGONIUM SEMILUNATUM, Linck.

Dragage 104. — Iles du Cap Vert. — Faible profondeur. — 1 exemplaire.

Cette espèce, à l'état vivant, est d'un rouge un peu terne avec les piquants d'un rouge vermillon splendide.

ASTROGONIUM FALLAX, E. Perrier.

Talisman. — Dragage 126. — Sud de Fayal. — Profondeur, 1258 mèt. — 4 exempl.

Forme générale d'un Goniopecten. Cinq bras, aplatis, médiocrement allongés, pointus, reliés par un arc interbrachial à assez large courbure :

$$R=36\,Mm \qquad r=10\,Mm \qquad R=3{,}6r$$

Squelette dorsal formé de plaques semblables entre elles, couvert de granules assez fins, formant pour chaque plaque un groupe sensiblement hexagonal, nettement séparé des groupes voisins. Une plage uniformément granuleuse au centre du disque. On n'aperçoit ni l'anus, ni la plaque madréporique. Les plaques marginales dorsales sont au nombre de 27 pour chaque bras, rectangulaires, plus larges dans le sens transversal, par rapport aux bras, que dans le sens longitudinal; elles diminuent graduellement d'épaisseur vers leur bord libre, de sorte que les bras paraissent légèrement convexes; elles sont uniformément granuleuses.

Les plaques marginales ventrales correspondent aux plaques dorsales, elles sont uniformément granuleuses et portent parfois deux ou trois pédicellaires valvulaires allongés. Les plaques du squelette ventral sont uniformément granuleuses, ainsi que les plaques adambulacraires dont la granulation ne se distingue pas de la granulation générale. Chacune de ces plaques porte sur son bord ambulacraire 7 ou 8 piquants tronqués qui affleurent au niveau de la granulation générale. Les dents, petites, peu séparées des ossicules voisins, granu-

leuses sur leur surface libre, pointues, portent sur leur bord ambulacraire 7 piquants égaux entre eux.

La gouttière ambulacraire, très étroite, ne permet pas d'examiner les tubes ambulacraires.

PENTAGONASTER ELONGATUS, E. Perrier.

Talisman. — Dragage 131. — Profondeur, 2995 mèt. — N.-E. des Açores.

Forme générale d'un *Dorigona*, mais plaques marginales dorsales séparées dans toute la longueur des bras par un rang de plaques squelettiques ordinaires. Dans notre unique exemplaire, tous les bras sont cassés à leur extrémité, de sorte que nous ne pouvons donner exactement la valeur de R. On peut cependant l'estimer à environ 60 ou 65 M*m*; $r = 17$ M*m*. Les plaques du squelette dorsal sont couvertes d'assez gros granules formant des groupes irrégulièrement polygonaux assez nettement séparés les uns des autres, certaines plaques portent jusqu'à 16 granules; d'autres 7 ou 8 seulement. On n'aperçoit pas de pores tentaculaires, et la plaque madréporique, très petite, est presque entièrement cachée.

Les plaques marginales dorsales, au nombre d'une vingtaine par chaque bras, sont uniformément couvertes de gros granules serrés. Les plaques marginales ventrales correspondent aux dorsales; elles sont également granuleuses, mais de courts piquants couchés sur la surface de la plaque se trouvent disséminés parmi les granules. Les plaques des aires triangulaires ventrales sont uniformément granuleuses et à gros granules. Les plaques adambulaacrires portent chacune sur leur bord libre 5 ou 6 piquants obtus, légèrement divergents. La surface ventrale de la plaque porte en outre un piquant dressé, isolé. Les pièces, toutes assez petites, portent chacune 6 piquants le long de leur ligne de suture, 6 piquants sur leur bord opposé, 3 ou 4 piquants sur leur surface ventrale et 4 piquants sur leur bord buccal.

La ventouse des tubes ambulacraires est petite.

GENRE DORIGONA, Gray.

DORIGONA ARENATA, E. Perrier.

Expédit. du *Travailleur*, 1882.	Dragage 11.		Profondeur, 608 mèt.	2 grands exempl.	
—	— 39.		— 535 —	3 moyens	—
—	— —		— 636 —	5 —	—
—	— —		— 614 —		
Talisman.	Dragage 30.	Maroc.	Profondeur, 1435 mét.	2	exempl.
—	— 48.	—	— 1180 —	2	—
—	— 19.	—	— 920 —	4	—
—	— 36.	—	— 1052 —	1	—
—	— 32.	—	— 1590 —	2	—
—	— 18.	—	— 550 —	8	—
—	— 34.	—	— 1123 —	3	—
—	— 37.	—	— 1050-856 —	6	—
—	— 11.	Cap Spartel.	— 1084 —	9	—
—	— 22.	Maroc.	— 1635 —	1	—
—	— 20.	Côtes du Maroc.	— 1105 —	4	—

52 exemplaires, de 336 à 1635 mètres.

Les nombreux exemplaires recueillis par le *Talisman* et le *Travailleur* ne sont pas tout à fait identiques entre eux : quelques-uns portent des indications de piquants marginaux qui les rapprocheraient de la *Dorigona subspinosa ;* mais le nombre des piquants adambulacraires n'est que de six comme chez la *Dorigona arenata.*

DORIGONA PREHENSILIS, E. Perrier.

Travailleur, 1882.	Dragage 11.		Profondeur, 601 mètres.	4	exempl.
—	— —		— 609 —	2	—
Travailleur, 1881.	— 39.		— 1037 —	1	—
Talisman.	— 17.	Maroc.	— 550 —	6	—
—	— 8.	Cap Spartel.	— 540 —	2	—

18 exemplaires, 550 à 850 mètres de profondeur.

Cette espèce est à peu près exactement intermédiaire entre la *Dorigona ternalis* et la *Dorigona arenata* draguées par le *Blake* dans la mer des Antilles; elle présente sur ses ossicules dorsaux et sur les plaques ventrales qui avoisinent les plaques

adambulacraires des pédicellaires allongés, dressés, en forme de pince, comme on en trouve dans la même position chez la *Dorigona ternalis;* mais les plaques adambulacraires elles-mêmes manquent du pédicellaire à trois valves si remarquable chez cette dernière espèce; ce caractère la distingue de la *Dorigona ternalis*, comme la présence de pédicellaires sur les ossicules dorsaux et ventraux la distingue de la *Dorigona arenata*.

Tous les autres caractères sont communs à ces trois espèces, qui ne se distinguent elles-mêmes de la *Dorigona subspinosa* que par les piquants marginaux que possède cette dernière et surtout parce qu'elles ont un nombre moindre des piquants adambulacraires. On peut se demander si ces trois formes ne seraient pas des variétés plus ou moins accidentelles d'une même espèce. Les piquants marginaux se montrent, en effet, chez quelques spécimens de *Dorigona arenata;* les piquants adambulacraires ne sont pas en nombre constant sur toutes les plaques sur un même individu; enfin les pédicellaires sont souvent trop petits et trop irrégulièrement distribués chez les espèces de Goniasteridæ appartenant au groupe dont nous nous occupons pour qu'on puisse compter beaucoup sur les caractères que fournit leur absence ou leur présence.

GENRE PENTACEROS, Link.

PENTACEROS DORSATUS (Linné), E. Perrier.

Iles du Cap Vert.

Deux exemplaires dans l'alcool pêchés aux îles du Cap Vert à de faibles profondeurs. — D'un beau rouge-brique avec les pointes des tubercules vermillon à l'état vivant.

Ordre IV. — Stelleridæ paxillosæ.

FAMILLE DES ARCHASTERIDÆ

GENRE GONIOPECTEN, E. Perrier.

GONIOPECTEN SUBTILIS, E. Perrier.

Dragage 129. — Iles du Cap Vert.	— Profondeur,	220 mètres.	—	3 exempl. dont 2 jeunes
— 134. — Açores.	—	4060	—	2 grands exemplaires.

5 exemplaires, de 220 à 4060 mètres de profondeur.

Espèce déjà trouvée dans la mer des Antilles par M. Alexandre Agassiz à une profondeur de 3600 mètres environ.

Le plus petit individu a 20 plaques marginales dorsales. L'individu de taille moyenne a 72 plaques marginales dorsales. L'individu de grande taille, 100 exactement. Il est donc manifeste que le nombre des plaques marginales croît rapidement avec la taille et ne saurait entrer dans la caractéristique de l'espèce.

Un individu pêché aux Açores par 1995 mètres (dragage 131) a les pièces dentaires beaucoup moins saillantes que dans le type et se trouve en conséquence à peine caractérisé comme *Goniopecten*.

FAMILLE DES PORCELLANASTERIDÆ, Percy Sladen.

Percy Sladen a créé, dans la famille des ASTROPECTINIDÆ, une sous-famille des PORCELLANASTERIDÆ, dont il n'y a pas de raison de ne pas faire une famille, pour des Étoiles de mer voisines surtout des *Ctenodiscus* et éminemment caractéristiques de la faune profonde. Un squelette formé le plus souvent de plaques calcaires minces, délicates, d'un aspect nacré ; une double rangée de plaques marginales formant au disque et aux bras une bordure presque verticale, interrom-

pue par de singuliers organes, nommés par Percy Sladen *organes cribriformes;* de grandes plaques dentaires s'unissant par un bord plus ou moins saillant sur la plaque ventrale; des paxilles rudimentaires ou représentées par des plaques enfouies dans les téguments; une plaque madréporique contiguë à la bordure marginale dorsale; des tubes ambulacraires terminés par une très petite ventouse; enfin, sur le milieu du dos, un bouton saillant pouvant s'allonger en un appendice tubulaire, nommé *appendice épiproctal* : tels sont les caractères communs aux représentants de cette famille.

Le premier exemplaire connu de la famille des PORCELLANASTERIDÆ a été décrit et figuré par Wyville Thomson, dans son ouvrage sur l'Atlantique, sous le nom de *Porcellanaster cæruleus*. Ce *Porcellanaster* présente des bras assez allongés, des plaques marginales dorsales portant chacune une épine, et Wyville Thomson ne disait pas qu'il présentât l'appendice épiproctal qui a été depuis retrouvé chez d'autres espèces de PORCELLANASTERIDÆ. Lors des premiers dragages du *Travailleur*, trouvant parmi les Stellérides récoltés une petite Etoile de mer à bras très courts, à plaques marginales peu nombreuses et inermes et munie d'un appendice épiproctal bien développé, je signalai pour la première fois cet appendice qui pouvait faire penser au pédoncule des Crinoïdes et j'établis pour les Étoiles de mer présentant ce singulier caractère le genre *Caulaster*. Depuis ce moment Percy Sladen a établi pour les *Porcellanasteridæ* du *Challenger* les quatre genres *Porcellanaster*, *Styracaster*, *Hyphalaster* et *Thoracaster*. Or il se trouve que le *Porcellanaster cæruleus* possède un appendice épiproctal qui avait échappé à Wyville Thomson, et Percy Sladen considère cet appendice comme l'un des caractères les plus nets du genre *Porcellanaster*. Il semblait donc, et c'est une opinion indiquée par Percy Sladen, que mon genre *Caulaster* dût être identifié avec le genre *Porcellanaster*. Contrairement à toute attente, les *Porcellanasteridæ* recueillis par le *Travailleur* et le *Talisman* sont, quoique assez nombreux, tous différents de ceux du *Challenger*. Ils forment avec

eux une remarquable série dont l'étude conduit à adopter les genres de Percy Sladen, mais à modifier un peu leur caractéristique. Or ces genres laissent subsister à côté d'eux le genre *Caulaster* et il faut ajouter un sixième genre pour une forme nouvelle dont l'aspect est celui des *Pentagonaster*. En raison de cette apparence trompeuse, nous donnerons à ce genre le nom de *Pseudaster*.

La caractéristique actuelle des six genres qui nous occupent est la suivante :

1° *Genre Caulaster*, E. P. — Corps renflé; bras très courts, susceptibles de se redresser en dessus; squelette dorsal presque nul, représenté surtout par cinq bandes très étroites de petites plaques portant chacune un piquant, qui vont du centre du disque au sommet de chaque arc interradial; plaques marginales peu nombreuses, très minces, inermes; plaque apiciale grande, recouvrant en partie la dernière dorsale; plaques adambulacraires articulées obliquement les unes sur les autres et présentant une apophyse adorale.

Un appendice épiproctal très développé; un seul organe cribriforme.

2° *Genre Porcellanaster*, Wyville Thomson. — Surface dorsale du corps à peu près plane ou légèrement renflée; squelette dorsal formé de nombreuses petites plaques occupant toute l'étendue du disque ou la plus grande partie de sa surface. Bras nettement dessinés, à côtés presque verticaux, bordés par un nombre de plaques marginales supérieur à 3 pour chaque bras. Plaques dorsales non contiguës sur la ligne médiane des bras, souvent armées d'un piquant. Plaques adambulacraires articulées obliquement et pourvues d'un appendice adoral portant les piquants. Pièces dentaires grandes à bord interne saillant, se rejoignant par leur bord buccal et le bord opposé. Appendice épiproctal bien développé; de 1 à 3 organes cribriformes.

3° *Genre Styracaster*, Percy Sladen. — Surface dorsale plane ou légèrement convexe. — Tégument dorsal présentant dans son épaisseur une multitude de plaques calcaires, portant une

ou plusieurs épines. Bras allongés carénés ; plaques marginales dorsales, se joignant sur la ligne médiane des bras, et portant alternativement une grande épine verticale ; épines dorsales disposées de manière que la carène brachiale paraisse porter une seule rangée d'épines. Plaques adambulacraires articulées obliquement et munies d'une apophyse adorale portant deux des piquants. — Pièces dentaires grandes, écartées en arrière en oreilles de charrue de manière à laisser apparaître l'odontophore. Appendice épiproctal plus ou moins développé. Trois organes cribrifornes ou davantage.

4° *Genre Hyphalaster*, Percy Sladen. — Corps peu ou point convexe ; tégument dorsal soutenu par des ossicules granuleux simulant des paxilles. — Bras allongés, cylindriques, à plaques marginales dorsales inermes, se rejoignant sur la ligne médiane. — Plaques adambulacraires parallèles à la gouttière ambulacraire, sans apophyse, portant des piquants sur toute leur longueur. — Pièces dentaires peu écartées en arrière. — Un simple tubercule épiproctal. Organes cribriformes nombreux sur chaque côté du corps (plus de cinq).

5° *Genre Thoracaster*, Percy Sladen. — Nous n'avons pas observé ce genre aberrant reconnaissable à sa face ventrale épineuse.

6° *Genre Pseudaster*, E. Perrier. — Corps très légèrement convexe, presque pentagonal ; — face dorsale granuleuse ; — bordure des plaques marginales peu élevée ; — plaques dorsales inermes ; — plaque apiciale grande, cordiforme ; — plaques ventrales formant une mosaïque ; — pièces adambulacraires parallèles à la gouttière ambulacraire et portant des piquants sur toute leur étendue ; — pièces dentaires peu saillantes intimement unies entre elles. Un simple tubercule épiproctal ; organes cribriformes nombreux, mais rudimentaires.

GENRE CAULASTER, E. Perrier.

CAULASTER PEDUNCULATUS, E. Perrier (1).

Le Travailleur, 1881. — Dragage 4. — Profondeur, 2400 à 2600 mètres.
— 1880. — 10.

Cinq bras très courts, redressés en dessus chez les deux exemplaires de petite taille que nous avons sous les yeux.

$$R = 5Mm \quad r = 3Mm \quad R = 1,8r$$

en supposant les bras non recourbés chez notre plus grand échantillon.

(1) Bien que nous ayons déjà parlé de cette espèce dans les *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, nous croyons devoir la décrire complètement ici, en raison des doutes que M. Percy Sladen a émis sur sa validité. Nous ne saurions quitter ce sujet sans nous expliquer sur deux autres désaccords survenus entre nous, M. Percy Sladen et M. H. Carpenter.

Nous avons annoncé, relativement aux Comatules, des résultats assez nouveaux pour que M. H. Carpenter nous ait écrit que, s'ils étaient vrais, ils feraient « dans la Morphologie des Crinoïdes, une révolution dépassée seulement par celle résultée de la découverte de leur système nerveux ». M. H. Carpenter ayant mis en doute la plupart des faits que nous avons avancé, nous regrettons profondément qu'il n'ait pu profiter de l'offre que lui avait faite M. de Lacaze Duthiers, au moment où nous annoncions la publication de notre travail « de mettre à sa disposition toutes les ressources de son laboratoire de » Roscoff, pour étudier l'embryogénie de *l'Antedon rosacens*, par les mé» thodes modernes les plus précises. » Nous avons été plus heureux avec M. Carle Vogt, qui a bien voulu examiner dans notre laboratoire toutes nos préparations, les confronter avec les siennes et annoncer, page 519, de son *Traité pratique d'anatomie comparée*, qu'il était demeuré convaincu de l'exactitude de nos résultats.

Nous avons également annoncé que les interrodiales primaires des jeunes *Brisinga* deviennent l'odontophore des adultes; MM. Percy Sladen et H. Carpenter ont soutenu le contraire; nous venons de vérifier notre assertion, avec M. Viguier, dont les recherches sur l'odontophore sont bien connues; nos résultats sont parfaitement exacts, aussi bien pour les *Brisinga* que pour les *Asterias*.

Chez le plus petit :

$$R = 3Mm \quad r = 2Mm \quad R = 1,5r$$

Chez le plus petit des exemplaires on distingue autour de l'appendice épiproctal 10 plaques alternes, 5 grandes à peu près exactement interradiales et 5 petites alternes avec elles ; toutefois la disposition de ces plaques par rapport aux bras est un peu troublée parce que quatre des grandes plaques excluent la cinquième du cercle périproctal et se disposent presque en croix. La plaque ainsi exclue se trouve en face du madréporite ; plus petite que les autres, elle est flanquée de deux petites plaques radiales qui semblent former série avec elle, et derrière elle, un peu à sa droite se trouve, en conséquence, une grande interradiale dont la position est indécise ; les trois autres se trouvent dans une position exactement interradiale. Les cinq grandes plaques portent chacune un petit bouquet de spinules, les cinq petites une spinule isolée. On observe en outre quelques spinules interradiales entre le cercle des dix plaques et la bande des plaques marginales dorsales. Partout ailleurs le tégument, assez ferme, ne laisse voir à une forte loupe que des indices de formation squelettique, bien qu'il soit quelque peu translucide.

Sur le plus grand exemplaire le tégument, partout ailleurs lisse et uniforme, ne présente que cinq doubles lignes de spinules isolées, exactement interradiales, qui partent de la base de l'appendice épiproctal et descendent jusqu'à la bordure des plaques marginales dorsales. Cette disposition ne rappelle en rien celle qui est figurée pour le *Porcellanaster cœruleus*, page 389 du premier volume de l'ouvrage de Wyville Thomson : *The Atlantic*, où les spinules très nombreuses couvrent tout le tégument dorsal, sauf à la base des bras. Ces spinules, chez nos *Caulaster*, paraissent portées par de très petites plaques formant, comme elles, une double rangée interradiale. Le prolongement épiproctal est long, mince, légèrement renflé au sommet et couvert de petites spinules mousses.

Les plaques marginales dorsales sont au nombre de 3

pour chaque bras à partir du sommet de l'arc interbrachial, plus longues que hautes, minces, recouvertes par les téguments, peu visibles, complètement inermes et largement séparées de leurs symétriques. La plaque madréporique est représentée par un groupe d'éminences calcaires arrondies; elle est entourée de spinules semblables à celles de la double ligne interradiale correspondante. La plaque apiciale est assez grande et porte trois épines, longues et pointues. Les plaques marginales sont en même nombre que les plaques dorsales, mais moins hautes. Il existe à chaque angle interbrachial un organe cribriforme, formé d'une dizaine de lignes d'écailles comprimées distinctes les unes des autres.

Les gouttières ambulacraires sont très larges; les plaques adambulacraires, légèrement obliques par rapport à la gouttière, portent chacune deux piquants divergents. Les plaques dentaires, larges et peu saillantes, se rejoignent sur presque toute leur étendue, laissant entre elles seulement un très petit espace elliptique, dirigé dans le sens de leur longueur. Il n'existe entre elles, les gouttières ambulacraires voisines et la rangée de plaques marginales ventrales qu'un très petit espace triangulaire, dans lequel on aperçoit vaguement, dans l'épaisseur des téguments, une rangée transversale de plaques calcaires.

CAULASTER SLADENI, E. Perrier.

Talisman. — Dragage 30. — Côtes du Maroc. — Profondeur, 1900 à 1435 mètres. 2 exemplaires.

Les deux exemplaires que nous désignons sous ce nom ont cette importance particulière que, sans pouvoir être rapportés à l'espèce précédente, ils montrent cependant que les caractères des *Caulaster* ne sont pas simplement ceux de très jeunes *Porcellanaster*. Ils sont, en effet, fidèlement reproduits chez eux, bien que les dimensions de nos deux exemplaires soient déjà assez grandes; ce sont les suivantes :

$$R = 10 Mm \quad r = 5 Mm \quad R = 2r$$

Les bras, au nombre de cinq, sont plus longs que dans l'espèce précédente ; ils se rejoignent à angles presque vifs au lieu d'être unis par un arc interbrachial à assez faible courbure. Ces bras sont légèrement déprimés et capables de se relever vers le haut, à partir de leur base; en revanche leur extrémité n'est pas recourbée vers le haut.

Le tégument dorsal assez résistant, mais légèrement translucide, ne laisse apercevoir d'indice du squelette dermique qu'autour de la base de l'appendice épiproctal. De cette base au sommet des angles interradiaux descendent cinq bandes étroites de spinules, comprenant chacune environ cinq rangées irrégulières de ces petites épines, qui sont grêles, cylindriques et ont, en grande partie, disparu sur l'un de nos exemplaires. L'appendice épiproctal est long, cylindrique, bourré de spicules calcaires. A la base des bras, une paire de petites papilles membraneuses, symétriques, semblent indiquer la position des futurs orifices génitaux et démontrer que nos deux exemplaires sont voisins de l'état adulte.

Les plaques marginales dorsales sont au nombre de quatre, du sommet à la base de chaque bras, non compris la plaque apiciale. Ces plaques marginales méritent une description particulière; elles n'ont pas, comme chez la plupart des PORCELLANASTERIDÆ, une forme carrée ou rectangulaire ; elles grandissent à la fois en longueur et en hauteur, à mesure que l'on s'éloigne du sommet de l'axe interbrachial et leur bord aboral est un peu plus haut que leur bord adoral ; la quatrième et la cinquième sont sensiblement concaves en dehors, presque réniformes; la quatrième est sensiblement plus grande que la troisième et les deux plaques symétriques de cette paire se rapprochent vers la ligne médiane du bras presque jusqu'à se toucher en leur milieu. Au lieu de s'unir suivant un bord droit, les plaques marginales dorsales sont imbriquées de manière que le bord aboral de chaque plaque soit recouvert par le bord adoral de la plaque suivante. Toutes ces plaques sont absolument inermes. La plaque apiciale est très grande, fortement échancrée postérieurement en son milieu, de manière

à présenter deux prolongements latéraux qui chevauchent nettement sur les plaques marginales de la quatrième paire. Cette plaque apiciale porte trois longue sépines. La plaque madréporique présente une partie interne tuberculeuse et une partie externe formée de grosses nervures rayonnantes, peu renflées à leur extrémité extérieure, entre lesquelles sont des sillons plus étroits.

Les plaques marginales ventrales sont, comme les dorsales, au nombre de quatre, longues mais étroites; la dernière, de forme triangulaire, s'effile de son bord adoral à son bord aboral et n'atteint pas la longueur de la marginale dorsale correspondante. Il existe à chaque angle interbrachial un organe cribriforme ; *chacun de ces organes est formé par huit plis tégumentaires verticaux, ininterrompus et dans l'épaisseur desquels on n'aperçoit pas à la loupe, de plaquettes calcaires.*

Les gouttières ambulacraires sont très larges et les plaques adambulacraires sont disposées obliquement par rapport au bord de ces gouttières. Chacune d'elles présente une apophyse adorale qui porte deux piquants, et sa partie qui regarde les plaques marginales ventrales est moins longue que celle qui est tournée vers la gouttière, de sorte que la plaque adambulacraire vue de profil, présente à peu près la forme d'une selle. De chaque plaque marginale ventrale descend une plaque calcaire verticale qui vient s'intercaler en partie entre deux plaques adambulacraires consécutives. Ces deux lames qui correspondent aux dernières plaques adambulacraires sont triangulaires, presque aussi grandes que les plaques entre lesquelles elles insinuent leur sommet. La série des plaques adambulacraires présente ainsi un aspect très particulier, qui se retrouve d'ailleurs aussi chez le *Caulaster pedunculatus*, mais qui est moins apparente en raison de la faible dimension des parties.

Les plaques buccales, réunies sur presque toute leur longueur, ne laissent entre elles sur leur ligne de jonction qu'un petit espace elliptique. Chacune d'elles porte trois piquants

latéraux et un piquant dentaire. Entre elles et les plaques marginales ventrales il n'y a que deux rangées transversales de plaques peu nombreuses.

GENRE PORCELLANASTER, Wyville Thomson.

PORCELLANASTER INERMIS, E. Perrier.

Talisman. — Dragage 131. — N.-E. de San Miguel (Açores). — Prof., 2995 m. — 3 exempl.
— — 101. — — 3200 — 1 —

Caractères distinctifs. — R = 11 M*m* *r* = 7 M*m* R = 1,6 *r*.

Cette espèce est voisine du *Porcellanaster cœruleus* de Wyville Thomson ; elle se distingue cependant par quelques caractères bien tranchés de l'individu figuré par Wyville Thomson et de ceux décrits par Percy Sladen comme types de leur espèce.

Les bras du *Porcellanaster inermis* sont notablement plus courts ; au lieu de présenter 6 à 7 plaques marginales dorsales et 6, 7 ou 8 plaques marginales ventrales, de chaque côté de l'organe cribriforme unique qui occupe l'angle des bras, le nombre de ces plaques est de 4 pour la région dorsale et 5 pour la région ventrale chez l'un de nos individus ; de 5 pour la région dorsale, 6 pour la région ventrale chez les trois autres. La plaque ventrale surnuméraire qui semble un accident chez le *P. cœruleus* se trouve sur les quatre exemplaires de notre espèce, elle dépasse la dernière dorsale pour s'engager sous la grande pièce apiciale. Les plaques marginales dorsales ne présentent aucune trace de piquants ou de tubercules chez trois de nos exemplaires, ce qui justifie la dénomination d'*inermis* que nous donnons à cette espèce. Chez notre quatrième exemplaire, les troisième et quatrième plaques marginales dorsales portent un petit piquant ; la première, la deuxième et la cinquième sont absolument inermes. On observe au contraire 6 ou même 7 pi-

quants de chaque côté des bras du *Porcellanaster cœruleus*. Enfin les organes cribriformes sont beaucoup moins larges que ceux attribués à cette dernière espèce dans la figure de Wyville Thomson.

Par tous ses autres caractères le *Porcellanaster inermis* se rapproche du *P. cœruleus*.

Description détaillée. — Les bras, sensiblement plus courts que le rayon du disque, s'en détachent brusquement, de sorte que celui-ci présente entre eux un bord rectiligne. Le corps est assez épais (5 M*m* environ) et chez l'un de nos exemplaires il est gonflé de manière que la surface dorsale soit assez fortement convexe. Le tégument dorsal est assez épais et constitué chez l'un de nos individus, où il est rompu, par places, par un tissu conjonctif fibreux, réticulé, à mailles plus serrées sur les bords du disque que sur sa partie centrale. Les pièces squelettiques sont extrêmement réduites et surmontées pour la plupart d'une très petite épine. Ces épines manquent sur une plage quadrangulaire à la base des bras, de sorte que l'aire qu'elles occupent dessine une sorte d'étoile dont la partie centrale occupe le centre du disque et dont les cinq branches en forme de bandes à bords parallèles descendent vers le sommet de l'arc interbrachial. Ces épines sont souvent un peu plus grandes auprès des plaques marginales et sur le bord interne de la plaque madréporique qui est, comme d'habitude, contiguë à ces dernières. Les sillons de cette plaque, qui n'est pas très apparente, divergent en tous sens autour d'une partie centrale plus compacte.

L'*appendice épiproctal* (*epiproctal elongation*) est assez court, quoique bien nettement distinct, grêle et couvert de petites épines. Il est plus développé chez l'individu pourvu d'épines marginales que chez les individus totalement inermes.

Les plaques marginales dorsales sont à peu près carrées ; les deux rangées qui bordent un même bras sont séparées par un intervalle ayant à peu près, à la base de chaque bras, une largeur égale au tiers de la largeur du bras et se rétrécissant

à mesure que l'on se rapproche du sommet du bras de manière à finir en pointe au bord de la plaque apiciale.

La plaque apiciale est à peu près aussi grande que la dernière plaque dorsale, échancrée en arrière et disposée à l'extrémité du bras à la façon d'une selle dont elle a la forme. Elle porte une épine bien développée sur sa partie la plus saillante et deux épines terminales un peu plus petites et divergentes.

Les *organes cribriformes*, occupant le sommet de l'angle interbrachial, sont divisés en deux moitiés par un sillon vertical; ils ont à peu près en tout la largeur des plaques marginales dorsales qui les avoisinent; ils présentent de 10 à 12 rangées verticales de petites écailles calcaires et une bordure latérale d'écailles un peu plus larges.

Les plaques marginales ventrales sont moins hautes que les plaques marginales dorsales, elles ont par conséquent la forme de rectangles dont les grands côtés seraient dirigés de la base au sommet des bras. L'antépénultième est plus courte que la plaque dorsale correspondante; la pénultième, plus courte à son tour que la dernière dorsale, est donc contiguë sur une petite partie de sa longueur à l'avant-dernière dorsale et laisse entre son extrémité aborale et la plaque apiciale un espace occupé par une petite plaque qui s'engage en partie sous la plaque apiciale et n'a pas de correspondante dorsale.

Les pièces adambulacraires portent chacune deux épines divergentes, mobiles, disparaissant facilement; les pièces dentaires, assez saillantes, sont découpées sur leur bord libre de manière à se prolonger en 4 épines dont deux dirigées vers la bouche. Le reste du squelette de la face ventrale se compose, en tout, d'une quinzaine de plaques, les plus grandes formant une sorte de V dont les branches sont contiguës à la gouttière ambulacraire, les autres étant comprises entre les branches du V.

Observation. — On remarquera que les exemplaires dont nous venons de donner la description sont déjà trop grands

pour qu'il soit possible d'attribuer à l'âge les différences dans le nombre des plaques marginales et le développement des piquants qui les distinguent du *Porcellanaster cœruleus* de Wyville Thomson.

La couleur à l'état vivant est d'un blanc nacré sur lequel les organes cribriformes se détachent en jaune.

PORCELLANASTER GRANULOSUS, E. Perrier.

Talisman. — Dragage 96. —	Cap Blanc.	— Prof., 2330 à 2320 m.	— 3 exempl.
— — 97. —	Côtes du Sahara.	— 2324 —	1 —
— — 101. —	Banc d'Arguin.	— 3200 —	1 —

Cette espèce se distingue comme la précédente des *Porcellanaster cœruleus*, tout à la fois par ses proportions et par le nombre de ses plaques marginales :

$$R = 24Mm \quad r = 7Mm \quad R > 3r$$

La longueur du grand rayon est ici plus du triple de la longueur du petit; elle n'est guère que double chez les grands exemplaires du *P. cœruleus*, d'après Percy Sladen, et elle est inférieure au double chez le *P. inermis*. Les plaques marginales sont au nombre de 9 chez trois de nos exemplaires, de 8 chez les deux autres; il n'y en a que 6 ou 7 chez le *P. cœruleus* et que 4 ou 5 chez le *P. inermis;* elles ne portent que 3 épines au lieu de 5 comme chez le *P. caulifer*. La plaque apiciale est plus petite que chez ces deux dernières espèces; enfin, il existe de petites épines sur toute la surface du tégument du disque et non pas seulement sur la région centrale et sur cinq bandes interbrachiales; les épines ne manquent que dans la région brachiale proprement dite, c'est-à-dire dans l'étroit espace triangulaire compris entre les deux rangées de plaques dorsales.

Description détaillée. — Bras relativement allongés, comprimés, ne diminuant que lentement de la base au sommet,

qui est cependant pointu, réunis entre eux par des arcs interbrachiaux larges, à faible courbure. *Disque* couvert d'une peau assez résistante, contenant dans son épaisseur de nombreux petits ossicules, surmontés chacun d'une petite épine grêle, allongée, cylindrique ou légèrement renflée à son extrémité libre. *Épines* également distribuées sur toute la surface du disque, manquant seulement sur le tégument des bras proprement dits, entre les deux rangées de plaques dorsales. *Appendice épiproctal*, bien développé, légèrement épineux, ayant environ 2 millimètres de long.

Plaques marginales dorsales, au nombre de 8 chez deux de nos exemplaires entiers, de 9 chez le troisième, portant chacune, sauf la première et la dernière de chaque côté de l'organe cribriforme unique, une épine courte, robuste, pointue, légèrement arquée vers la ligne médiane du bras; plaques dorsales de forme carrée, sauf la première qui est moitié moins large que les autres et la dernière qui est en partie couverte par la plaque apiciale.

Plaque apiciale, relativement petite, à peine aussi longue que l'avant-dernière dorsale, échancrée en arrière et portant 3 épines au lieu de 5 comme chez le *P. caulifer*, dont toutes les plaques dorsales portent une épine. *Plaque madréporique* au contact de plaques marginales dorsales, marquée de sillons rayonnants, entourée du côté externe de spinules plus robustes que celles du disque.

Plaques marginales ventrales, moins hautes que les plaques marginales dorsales, par conséquent, rectangulaires, leur correspondant exactement en nombre et n'atteignant qu'à peine la plaque apiciale, qui, au lieu de chevaucher sur elles, laisse apercevoir deux ossicules enfouis sous le tégument et semblant continuer la série marginale inférieure.

Organe cribriforme aussi long que les plaques marginales voisines et présentant environ vingt rangées verticales de lames calcaires, serrées en brosse les unes contre les autres.

Plaques adambulacraires disposées un peu obliquement par rapport à la gouttière ambulacraire ; à bord adoral prolongé

en une sorte de courte apophyse, portant deux piquants divergents; pièces dentaires saillantes, portant cinq épines, dont l'une angulaire, accolée à l'épine correspondante de la dent symétrique. *Plaques squelettiques* ventrales peu apparentes, plus petites vers la base de chaque aire actinale que vers son sommet; disposées en mosaïque assez régulière.

Couleur blanche avec les bords des organes cribriformes jaunâtres.

GENRE STYRACASTER, Percy Sladen.

STYRACASTER SPINOSUS, sp. nov.

Talisman. — Dragage 131. — N.-E. de San Miguel (Açores). — Profondeur, 2995 mètres. 2 exemplaires.

Caractères distinctifs. — Par plusieurs de ses caractères, cette espèce se rapproche du *Styracaster armatus*, décrit en 1883 par Percy Sladen, dans le numéro du 14 août du *Journal de la Société Linnéenne de Londres*, le jour même où le *Talisman* retirait de la mer les deux exemplaires qui la représentent.

Il existe cependant entre l'espèce du *Challenger* et celle du *Talisman* des différences qui pourraient paraître au premier abord assez importantes pour motiver la création d'un genre.

Suivant Percy Sladen, les *Styracaster* manqueraient tous, en effet, du prolongement épiproctal, si remarquable chez les *Porcellanaster* et les *Caulaster*. Or les deux exemplaires, dont nous avons à nous occuper ici, bien que présentant les autres caractères du genre *Styracaster*, sont pourvus d'un prolongement épiproctal un peu plus court que celui des *Porcellanaster*, mais très net. C'est ce qui nous avait conduit à les étiqueter sous le nom générique nouveau de *Machairaster spinosus*, lors de l'exposition publique des collections recueillies par le *Travailleur* et le *Talisman*.

Mais le nom de *Machairaster* nous paraît aujourd'hui inu-

tile. En dehors de la présence d'un appendice épiproctal, nous ne trouvons, en effet, chez nos *Machairaster*, qu'un très petit nombre de caractères qui les distinguent des *Styracaster*.

Les plaques marginales dorsales du *S. spinosus* sont au nombre de 10 et non pas de 9 comme dans l'espèce du *Challenger;* la dernière de ces pièces est plus petite que les autres, triangulaire et peut facilement échapper à l'attention; les piquants dorsaux, au nombre de cinq, n'alternent pas régulièrement d'une paire de plaques à la suivante; mais on trouve à cet égard d'un bras à l'autre des dispositions différentes. Ces plaques sont à peu près rectangulaires, mais non pas beaucoup plus longues que hautes. Les plaques marginales ventrales correspondent à peu près aux dorsales, sauf la dernière qui chevauche sur les deux dernières dorsales, de sorte qu'il y a une marginale ventrale de moins. Enfin les bras de nos individus sont notablement plus courts que ceux des individus décrits par Sladen; l'auteur anglais donne, en effet, $R=38$ M*m*; $r=11$ M*m*, d'où il résulterait que le grand rayon dépasserait en longueur le triple du petit. Nous trouvons seulement sur notre plus grand individu $R=21$ M*m*, $r=8$ M*m*, d'où $R=2,6r$ seulement. Le *S. spinosus* diffère donc du *S. armatus* par le nombre et la forme des plaques marginales, la brièveté relative des bras et la présence d'un appendice épiproctal.

Description détaillée. — Cinq bras modérément longs, le grand rayon n'égalant pas le triple du petit, carénés, *comprimés, diminuant assez sensiblement de largeur* de la base au sommet, presque pointus, avec leur *extrémité nettement recourbée en dessus* chez l'un de nos exemplaires. Disque pentagonal, à côtés rectilignes, les bras naissant des sommets du pentagone chez l'un de nos exemplaires; à contour étoilé chez l'autre. Tégument dorsal uniformément couvert de petites spinules mousses, qui lui donnent une apparence veloutée; une aire triangulaire comprise entre les plaques dorsales à la base des bras dépourvue de granules, souvent plissée longitudi-

nalement. Appendice épiproctal granuleux, gros et court, mais très net.

Plaques marginales dorsales au nombre de dix : la première comprise entre les deux organes cribriformes médians et l'organe cribriforme latéral, moins longue que haute ; la seconde située en dehors de l'organe cribriforme latéral, à peu près carrée ; les sept suivantes plus longues que hautes, rectangulaires par conséquent, leur hauteur étant à leur longueur dans le rapport de 2 à 3 environ ; la dernière plus petite que les autres et triangulaire. Quatrième marginale dorsale et suivantes, sauf la dernière, contiguës sur la ligne médiane avec les plaques correspondantes du bord opposé du bras, de manière à former une carène surmontée de cinq épines aiguës, courbes, correspondant respectivement à cinq paires de plaques marginales et portées tantôt par la plaque de droite, tantôt par la plaque de gauche, sans ordre bien régulier de successions.

Plaque apiciale bien distincte, au moins aussi longue que l'antépénultième dorsale, séparant l'une de l'autre les deux dernières dorsales qui, en conséquence, ne peuvent se réunir sur la ligne médiane du bras ; portant trois épines assez développées, une verticale et deux dans le prolongement du bras ; ces épines sont transparentes dans la plus grande partie de leur longueur comme celles de la carène dorsale. Plaque madréporique arrondie, très grande, contiguë aux plaques marginales, marquée de sillons rayonnants.

Plaques marginales ventrales moins hautes que les dorsales, au nombre de neuf, correspondant exactement aux neuf premières dorsales chez l'un de nos exemplaires ; mais disposées autrement chez l'autre, où la cinquième marginale ventrale et les suivantes sont un peu plus longues que les dorsales correspondantes et les dépassent, de manière que les sutures verticales ventrales ne sont plus sur le prolongement des sutures dorsales et que la neuvième plaque marginale ventrale correspond aux neuvième et dixième marginales dorsales.

Les organes cribriformes sont au nombre de trois; les deux latéraux sont séparés du médian par une plaque marginale dorsale et la marginale ventrale correspondante. Ils sont à peu près de la largeur de la plaque qui les sépare et formés chacun d'une dizaine de rangées verticales de petites écailles allongées elles-mêmes dans le sens vertical. Des écailles plus grandes et aplaties bordent ces organes, dont la structure ne nous paraît pas différer de celle des organes correspondants des *Porcellanaster*.

Gouttière ambulacraire étroite. Plaques adambulacraires se prolongeant du côté adoral en une apophyse qui passe au-devant du bord de la plaque précédente, de manière que le bord aboral de celle-ci est enchâssé dans une sorte d'échancrure du bord adoral de celle qui la suit. Chacune de ces apophyses adorales porte deux piquants aplatis, triangu-pointus, légèrement divergents; un troisième piquant, semblable aux deux autres, mais un peu plus petit, est situé à la base de l'apophyse, par conséquent vers le milieu de la plaque adambulacraire; il résulte de cette disposition des piquants que leur ligne d'insertion est un peu oblique par rapport à l'axe de la gouttière ambulacraire. Un léger repli des téguments unit entre eux tous les piquants de la gouttière ambulacraire.

Les pièces dentaires, grandes et assez saillantes, s'éloignent l'une de l'autre à partir du sommet de l'angle buccal et se gauchissent en même temps, de manière à simuler l'aspect d'un soc de charrue, comme l'a très justement fait remarquer Percy Sladen; dans l'intervalle qu'elles laissent entre elles, on aperçoit l'odontophore cordiforme. Chacune d'elles porte sur son bord libre cinq piquants à peu près semblables à ceux de la gouttière ambulacraire. Outre leur armature de piquants, les pièces dentaires et les pièces adambulacraires portent des piquants formant une rangée parallèle au bord de la gouttière ambulacraire, mais éloignée de cette gouttière de presque toute la largeur des plaques adambulacraires. Les piquants de ces dernières sont au nombre de deux par plaque, et naissent

du bord adoral de chaque plaque; ils sont ainsi disposés parallèlement à la suture de chaque plaque et de la précédente. Les piquants des pièces dentaires sont au nombre de trois ou quatre, et sont irrégulièrement disposés à la surface de la plaque, sur laquelle ils semblent prolonger la rangée extérieure des piquants des plaques adambulacraires.

Le squelette ventral est formé, outre l'odontophore, de huit rangées de plaques minces, enfoncées dans l'épaisseur des téguments, arrondies. Ces rangées sont disposées parallèlement à la bissectrice de chaque aire triangulaire ventrale. Dans chaque rangée, les plaques grandissent rapidement en longueur du bord du disque à la gouttière ambulacraire, et la plaque contiguë aux plaques adambulacraires est à la fois plus large et plus longue que les autres. De ces plaques, celles qui occupent le sommet du triangle actinal et touchent l'odontophore sont à leur tour plus grandes que les autres, de telle sorte qu'elles semblent former avec l'odontophore un système spécial. Les plaques voisines du bord du disque sont de même largeur que les autres, mais très courtes, presque linéaires et seules légèrement imbriquées. *Le tégument de la face ventrale* est absolument lisse, mais *très nettement apparent;* d'autant plus que les grandes plaques ventrales ne sont pas absolument contiguës et laissent entre elles de petits intervalles fermés par ce tégument.

A l'état vivant, la couleur est, comme d'habitude, d'un blanc légèrement nacré ou opalescent, avec des bandes jaunâtres correspondant aux organes cribriformes.

STYRACASTER EDWARDSI, E. Perrier.

Talisman. — Dragage 102. — Iles du Cap Vert. — Profondeur, 3655 mètres.
1 exemplaire.

Espèce voisine des *Styracaster armatus* et *spinosus*, mais à bras plus allongés : R = 36 M*m*, *r* = 9 M*m*, R = 4*r*. Chez les deux espèces citées, R est au contraire le triple de *r*.

Plaques marginales dorsales au nombre de 12, et non plus

de 6, 8 ou 9; 7 épines carénales sur les bras au lieu de 5. Plaque apiciale pourvue de 4 épines, 2 portées par son bord aboral, une terminale, la quatrième, naissant de son bord adoral, presque horizontale et dirigée vers la base des bras.

Description détaillée. — Cinq bras allongés, fortement carénés, comprimés, diminuant peu d'épaisseur de la base au sommet, naissant des sommets d'un disque pentagonal à côtés rectilignes. Tégument dorsal, mou; présentant dans toute son étendue une multitude de petites épines isolées, terminées en pointe mousse, supportées chacune par un petit ossicule squelettique arrondi; un espace triangulaire à la base de chaque bras où les ossicules manquent en général d'épines. Appendice épiproctal représenté par un simple tubercule.

Plaques marginales dorsales au nombre de douze, du sommet des arcs interbrachiaux au sommet des bras, abstraction faite de la plaque apiciale : les deux premières plus hautes que longues, la troisième carrée ainsi que les suivantes; la onzième et la douzième triangulaires. Les deux premières plaques de chaque bras et leurs symétriques par rapport au sommet de l'arc interbrachial bordent le disque; la troisième correspond à la base du bras et est séparée de sa symétrique par un intervalle occupé par le tégument; cet intervalle est très faible entre les plaques de la quatrième paire qui s'affrontent dans une partie de leur longueur; les sept plaques suivantes sont soudées sur la ligne médiane du bras; la huitième et dernière est séparée de sa symétrique par la plaque apiciale, parfois divisée en deux. Quatrième, cinquième, sixième, septième, huitième, neuvième et dixième paires de plaques portant chacune une longue épine pointue, droite, perpendiculaire à la carène brachiale, graduellement plus courte de la quatrième à la dixième paire de plaques.

Plaque apiciale aussi longue que les dixième et onzième paires de plaques réunies, comprimée, à contour elliptique, légèrement saillante au sommet du bras, qui est recourbé en dessus; présentant trois épines terminales de longueur

moyenne, et, en outre, sur le milieu de son bord adoral, une épine longue et aiguë, dirigée vers la base du bras.

Plaque madréporique grande, arrondie, contiguë aux marginales dorsales, marquée de sillons rayonnants à partir d'un centre, entourée de spinules un peu plus grandes et plus pressées que celles du disque.

Plaques marginales ventrales en rectangle allongé; les quatre premières correspondant exactement aux plaques dorsales; les suivantes, graduellement plus longues, de manière à dépasser de plus en plus leur correspondante dorsale, et à devenir finalement presque exactement alternes avec elles; au nombre de onze seulement.

Plaques adambulacraires disposées un peu obliquement par rapport à la gouttière ambulacraire, avec leur bord adoral prolongé en une apophyse qui porte deux piquants et à la base de laquelle se trouve un troisième piquant du côté aboral, les trois piquants étant ainsi insérés obliquement par rapport à la gouttière. En dehors de la gouttière, chaque plaque porte, en outre, un piquant sur son bord adoral. Les pièces dentaires portent chacune cinq piquants, y compris le piquant dentaire qui est assez court et mousse. Elles s'écartent en arrière de manière à laisser apparaître l'odontophore; mais ce dernier est peu distinct, en raison de l'épaisseur du tégument ventral, qui laisse cependant distinguer les rangées de plaques, au nombre d'une douzaine, dont le squelette des aires triangulaires ventrales est constitué. Ces plaques, légèrement imbriquées dans une même rangée, diminuent de hauteur à mesure qu'on se rapproche du bord du disque. Elles sont dépourvues de granules et de piquants.

GENRE HYPHALASTER, Percy Sladen.

HYPHALASTER ANTONII, E. Perrier.

Talisman. — Dragage 131. — N.-E. San Miguel (Açores). — Profondeur, 2995 mètres.
1 exemplaire.

Caractères distinctifs. — Cette espèce est intermédiaire

entre l'*Hyphalaster hyalinus* de P. S. et l'*Hyphalaster diadematus* de Percy Sladen; mais les bras sont légèrement plus longs que ceux de la première espèce et plus courts que ceux de la deuxième: R = 16 M*m*, *r* = 7 M*m*, R < 2,3*r*, tandis que dans l'*H. diadematus* R = 2,4*r* et dans l'*H. hyalinus* R = 2*r*; les plaques marginales dorsales, abstraction faite de la plaque apiciale impaire, sont au nombre de 9 de chaque côté au lieu de 8, la dernière étant petite et triangulaire; les quatre dernières plaques d'un côté des bras se soudent à celles de l'autre côté, tandis que la soudure ne s'établit qu'entre les deux dernières chez l'*H. hyalinus*, et que toutes demeurent séparées et laissent entre elles un assez large sillon, chez l'*H. diadematus*. Toutes ces plaques sont plus hautes que larges, contrairement à ce qu'on voit chez les deux espèces du *Challenger*. La plaque apiciale est renflée, saillante, aussi longue que les deux dernières paires de marginales dorsales. Il existe cinq organes cribriformes bien développés et deux organes cribriformes rudimentaires comme chez l'*H. hyalinus*. Le tégument dorsal est soutenu par une mosaïque de petites plaques portant chacune un groupe de granules saillants; chaque groupe est isolé de ses voisins, de manière à simuler une paxille, mais il n'y a pas sur le disque d'épines divisées au sommet. Les plaques adambulacraires portent 4 piquants, comme chez l'*H. diadematus*, au lieu de 3, comme chez l'*H. hyalinus*.

Description détaillée. — Cinq bras assez courts, arrondis plutôt que carénés en dessus; diminuant un peu de la base au sommet, qui paraît légèrement renflé par suite de la proéminence de la plaque apiciale; se détachant des sommets d'un disque presque pentagonal, à côtés très légèrement concaves.

Tégument dorsal assez épais, soutenu par une multitude de très petits ossicules portant chacun un groupe de 4 ou 5 granules saillants, chaque groupe étant distinct de ses voisins de manière à simuler une paxille. Ces ossicules et ces gra-

nules sont semblables entre eux dans toute l'étendue du disque. Il existe une éminence épiproctale couverte d'assez gros granules; elle est beaucoup plus courte que l'appendice correspondant des *Porcellanaster* et même des *Styracaster*.

Les plaques marginales dorsales sont au nombre de 9 pour chaque bras, à partir du sommet de l'arc interbrachial et abstraction faite de la plaque apiciale. Toutes ces plaques, presque verticales ou légèrement inclinées vers l'intérieur sur les bords du disque, sont plus hautes que larges. Les deux premières bordent le disque, les autres font partie des bras; toutes sont absolument inermes. Celles de la troisième paire ne se rencontrent pas sur la ligne médiane des bras; celles de la quatrième se touchent le long de la moitié de leur bord supérieur; les quatrepaires suivantes sont absolument contiguës; la neuvième plaque de chaque côté est séparée de la plaque correspondante, du côté opposé, par la plaque apiciale. La plaque apiciale est renflée, saillante sur la surface dorsale du bras, ovoïde et non retournée en dessus; elle porte trois épines, l'une supérieure, isolée, les deux autres inférieures : toutes trois horizontales et assez courtes. La plaque madréporique est contiguë aux plaques marginales dorsales, marquée de sillons sinueux dirigés normalement au bord du disque, du bord interne de la plaque au bord externe, comme chez la plupart des *Astropecten*, au lieu de rayonner autour d'un centre, comme chez les autres Stellérides et même chez les *Porcellanaster* et *Styracaster*.

Les plaques marginales ventrales, moins hautes que les plaques marginales dorsales, leur correspondent exactement en position; mais la plaque apiciale, qui semble couvrir en partie la neuvième plaque marginale dorsale, laisse au contraire apparaître en dessous une dixième marginale ventrale. On voit donc, en réalité, neuf marginales dorsales et dix ventrales.

Les gouttières ambulacraires sont étroites; les plaques adambulacraires ne sont pas obliquement disposées par rapport à la gouttière ambulacraire, et prolongées en une sorte

d'apophyse, comme chez les *Styracaster;* elles ont à peu près une forme rectangulaire; leur côte interne est légèrement convexe, de manière que chaque bord de la gouttière présente un aspect légèrement festonné, les tubes ambulacraires étant logés dans la concavité des festons qui se correspondent d'un bord à l'autre. Chaque plaque porte sur son bord externe quatre piquants mobiles, légèrement coniques et pointus, à peu près égaux entre eux. Les côtés des plaques perpendiculaires au sillon sont légèrement relevés, séparés par une petite aire ligamenteuse des côtés correspondants des plaques voisines; le long de son bord externe, qui est droit, chaque plaque porte de un à trois piquants.

Les plaques dentaires de chaque angle buccal s'affrontent par un bord très saillant et laissent entre elles un espace elliptique rempli par les ligaments. Chacune porte sur son bord adambulacraire sept piquants semblables à ceux des plaques adambulacraires, mais un peu plus petits, et à son sommet buccal un gros piquant pouvant se redresser verticalement.

Le squelette des aires triangulaires ventrales est formé par sept rangées de plaques à peu près hexagonales, légèrement imbriquées, conservant la même largeur dans toute létendue de chaque rangée, mais augmentant rapidement de hauteur en se rapprochant de l'angle buccal; les plaques des deux rangées qui suivent la rangée médiane sont orientées obliquement et semblent converger vers l'angle buccal. De plus, les plaques de chaque rangée empiètent légèrement sur celles de la rangée suivante. La rangée externe, de chaque côté, est très courte. Toutes les plaques portent quatre ou cinq petites spinules éparses, qui tendent à se disposer en une rangée transversale sur les plaques de faible hauteur du bout du disque. A partir de la troisième, les plaques marginales ventrales sont contiguës aux plaques adambulacraires.

HYPHALASTER PARFAITI, E. Perrier.

Talisman. — Dragage 138. — Profondeur, 4787 mètres. — Golfe de Gascogne. 1 exemplaire.

Caractères distinctifs. — Cette espèce se distingue immédiatement de toutes les autres par sa grande taille et par le nombre de ses organes cribriformes, qui est de 9 dans chaque espace interbrachial.

$$R = 55\,Mm \quad r = 19\,Mm \quad R < - 3r$$

Description détaillée. — Cinq bras relativement allongés, très légèrement coniques, à section arrondie, présentant à peine une indication de carène le long de la ligne médiane dorsale, naissant brusquement des sommets du disque dont le contour est presque régulièrement pentagonal. Tégument dorsal uniformément recouvert de fausses paxilles composées d'un granule central entouré de six à huit granules de même dimension ; les granules composant un même groupe étant d'ailleurs étroitement soudés entre eux. Chaque groupe est presque sessile sur la plaque qui le porte et, en général, nettement séparé de ses voisins. Ces groupes paxillaires sont un peu moins larges dans la région médiane du disque que sur les bords ; cette région s'élève en une légère saillie analogue à celle qu'on observe chez les *Astropecten* et les *Ctenadisius*, mais ne constituant pas un véritable appendice épiproctal. La plaque madréporique est triangulaire, sa base s'appuyant sur les plaques marginales dorsales ; les sillons sinueux qui la traversent s'étendent sur toute la longueur des plaques et divergent à partir du sommet du triangle, sans rayonner autour d'un centre. Ce caractère rapproche cette espèce de l'*Hyphalaster Antonii* et des *Astropecten* proprement dits.

Les plaques marginales dorsales sont au nombre de seize, de chaque côté du sommet de l'arc interbrachial. Ces plaques

sont légèrement plus longues que hautes, et celles qui bordent les bras sont un peu convexes, de manière à donner à celui-ci une coupe presque semi-circulaire. Les quatre premières plaques de chaque côté bordent le disque ; la cinquième correspond à la base du bras, et elle est déjà contiguë à la plaque correspondante de l'autre côté, le long de la moitié de son bord interne. Les dix plaques suivantes touchent les plaques correspondantes de l'autre moitié, le long de la ligne médiane ; la dernière, de forme triangulaire, est séparée de sa symétrique par la plaque apiciale. Celle-ci n'atteint pas une longueur égale à celle des deux paires de marginales dorsales précédentes ; elle est relativement petite, comprimée, saillante, à l'extrémité du bras, qui est un peu recourbée en dessus ; elle se termine par trois courtes épines, une supérieure, deux inférieures.

Les plaques marginales ventrales correspondent à peu près exactement, par leur position, aux plaques marginales dorsales ; toutefois, à partir du dernier organe cribriforme, elles les dépassent un peu ; leur angle supérieur aboral est coupé en biseau dans la partie qui dépasse les plaques dorsales correspondantes, et vient s'enchâsser dans un espace angulaire résultant de ce que chaque plaque marginale dorsale, moins haute à son côté aboral qu'à son côté adoral, n'occupe pas toute l'étendue du bord adoral de la plaque suivante. Cette disposition s'accusant plus nettement vers l'extrémité des bras, les marginales dorsales et ventrales paraissent alterner et s'enchâsser les unes entre les autres, comme les plaques des fuseaux interambulacraires des Oursins. Il y a une plaque ventrale au delà de la dernière dorsale, ce qui en fait en tout seize, du sommet de l'arc interbrachial au sommet du bras.

Les organes cribriformes sont au nombre de neuf pour chaque côté du disque ; sauf les deux extrêmes, qui sont moins larges, leur largeur est la même que celle des parties lisses des plaques qui apparaissent entre eux. Chacun d'eux contient seize à dix-huit rangées verticales de lamelles, sauf les deux extrêmes, où l'on n'en voit qu'une douzaine. Ces rangées

sont formées de petits piquants comprimés dans le sens verticale et tronqués brusquement au sommet, comme d'habitude. Chaque organe cribriforme est limité par une rangée d'écailles calcaires plus grandes que les lamelles qui constituent les rangées.

Les plaques adambulacraires sont disposées parallèlement à l'axe de la gouttière ; leur forme est sensiblement rectangulaire, leurs côtés parallèles à la gouttière étant à peu près le double de leurs côtés perpendiculaires, qui sont relevés et ne se soudent pas exactement aux côtés correspondant des plaques voisines. Chaque plaque porte quatre piquants aplatis en forme de spatule allongée, qui se rétrécissent à leur base, puis présentent une tête arrondie par laquelle ils s'insèrent sur les plaques. Ces plaques portent parfois de petits piquants sur leur surface libre. Les pièces dentaires, très saillantes, après avoir fourni, comme d'habitude, par leur union, un bec pointu, se séparent, circonscrivent un espace elliptique, puis s'écartent de nouveau en oreilles de charrue, sans s'écarter autant cependant que chez les *Styracaster spinosus* et *armatus*. L'odontophore apparaît à peine entre elles. Chacune porte six ou sept piquants marginaux, outre le piquant angulaire, qui sert de dent et est très développé.

Le tégument des aires triangulaires ventrales est soutenu par des plaques calcaires minces, irrégulièrement disposées, irrégulièrement quadrilatères, allongées parallèlement aux bords du disque, souvent contiguës entre elles. Ces plaques portent ordinairement chacune de cinq à sept spinules, allongées, très grêles, parfois disposées sur deux rangs, parallèlement à la longueur de la plaque, quand elles sont nombreuses. Ces spinules sont plus développées dans une étroite zone voisine de la rangée des plaques marginales.

GENRE PSEUDASTER, E. Perrier.

Corps presque pentagonal; plaque apiciale très grande;

organes cribriformes nombreux et très étroits; dents grandes, mais peu saillantes, triangulaires, contiguës sur toute leur longueur, légèrement écartées en arrière seulement. Plaques ventrales disposées en mosaïque.

PSEUDASTER CORDIFER, E. Perrier.

Talisman. — Dragage 134. — Au nord des Açores. — Profondeur, 4060 mètres. 1 exemplaire.

Aspect général d'un *Pentagonaster*. Corps aplati, de forme pentagonale, mais à côtés légèrement concaves.

$$R = 9Mm \quad r = 6Mm \quad R = 1,5r$$

Toute la surface du disque couverte d'une granulation régulière qui ne laisse pas apercevoir la structure du squelette sous-jacent. Un simple tubercule épiproctal. Plaque madréporique presque contiguë aux plaques marginales dorsales, assez grande, tuberculeuse, mais peu saillante et peu distincte.

Plaques marginales dorsales au nombre de 9 pour chaque côté des bras (4 1/2 pour chaque bras), abstraction faite de la plaque apiciale (1). Plaque apiciale aussi grande que les deux marginales qui la précèdent, large, échancrée en arrière, de manière à présenter la forme d'un cœur de cartes à jouer, portant 3 petites épines terminales. Plaques marginales ventrales au nombre de 11 pour chacun des corps.

Un organe cribriforme plus ou moins rudimentaire entre chaque rangée dorso-ventrale de plaques marginales.

Squelette ventral formé d'une mosaïque de plaques minces assez grandes, portant chacune un certain nombre de très petites spinules éparses. Plaques adambulacraires de forme rectangulaire, étroitement unies entre elles et aux plaques

(1) Ce nombre impair est une anomalie singulière et pourrait être particulier à l'exemplaire que nous décrivons.

ventrales, portant chacune 4 ou 5 piquants. Dents portant 6 piquants latéraux et un piquant dentaire plus grand, très serré contre son voisin.

LISTE DES PTERASTERIDÆ ET DES ARCHASTERIDÆ

DRAGUÉES PAR LE *TALISMAN*.

Nous décrirons, dans un prochain fascicule, les espèces de *Pterasteridæ* et d'*Archasteridæ* recueillies par le *Talisman*. Nous en donnons seulement ici la liste et la répartition en genres.

FAMILLE DES PTERASTERIDÆ.

Genre MYXASTER, E. P. — Bras nombreux, à squelette formé de plaques calcaires, généralement en forme de croix de Saint-André, portant à leur centre une touffe de huit à dix longs piquants d'aspect nacré, unis par une mince membrane. Une espèce nouvelle : *Myxaster sol*.

Genre MARSIPASTER, Percy Sladen. — Une espèce : *Marsipaster alveolatus*, E. P., de 4010 m. de profondeur.

Genre PTERASTER, Müller et Troschel. — Une espèce : *Pteraster sordidus*, E. P., de 1139 m. de profondeur.

Genre HYMENASTER, Wyville Thomson. — Chez l'*H. rex*, la plaque madréporique est remplacée par une masse molle hémisphérique, formée de tubes sinueux unis entre eux par un tissu conjonctif.

Deux espèces : *Hymenaster rex*, E. P., de 1100 à 2000 m. de profondeur; *Hymenaster Giboryi*, E. P., de 4050 m. de profondeur.

Genre CRYPTASTER, nov. gen. — Tégument de la tente dorsale épais, non soulevé par les épines des ossicules, qui sont peu développées. Des mailles conjonctives dont chacune contient une spiracule; épines actino-latérales courtes, ainsi que les adambulacraires.

Une espèce : *Cryptaster personatus*, sp. nov., de 2995 m. de profondeur.

FAMILLE DES ARCHASTERIDÆ.

La répartition des anciens *Archaster* en genres distincts est devenue indispensable. Ne connaissant pas encore d'une manière suffisante les *ARCHASTERIDÆ* recueillies par le *Challenger*, nous croyons pouvoir constituer pour les espèces que nous avons examinées, les divisions génériques suivantes :

I. — Tubes ambulacraires cylindriques terminés par une large ventouse.

Genre ARCHASTER, M. et T. — Armature des plaques marginales dorsales et verticales, semblable à celle des *Astropecten*.

Ce genre ne contient pas d'espèces profondes, il a pour type l'*Archaster typicus*, M. et T.

II. — Tubes ambulacraires coniques, terminés par une très petite ventouse ou pointus.

A. — Plaques marginales portant chacune une ou plusieurs longues épines pointues et mobiles.

Genre CHEIRASTER, Stüder. — Des pédicellaires pectinés, formés à l'aide des piquants marginaux de deux plaques squelettiques voisines.

A ce genre appartiennent, outre les deux espèces de Stüder, notre *Archaster mirabilis*, de la mer des Antilles, et une belle espèce des dragages du *Talisman*, le *Cheiraster Folini*, sp. nov., reconnaissable à une plaque interradiale portant une grande épine qui vient s'intercaler entre les deux premières marginales dorsales.

Genre PECTINASTER, E. P. — Pédicellaires formés de piquants plus ou moins modifiés, appartenant à une même plaque.

Deux espèces du *Talisman* :

Pectinaster insignis, E. P. — Pédicellaires à trois ou quatre

grandes valves en cuillère. Jusqu'à 5000 m. de profondeur.

PECTINASTER FILHOLI, E. P. — Pédicellaires formés de piquants à peine modifiés ; papilles tentaculaires rassemblées sur cinq plaques interradiales. — De 1200 à 2500 m. de profondeur.

GENRE CRENASTER, E. P. — Point de pédicellaires.

Deux espèces :

CRENASTER MARIONIS, sp. nov., à papilles tentaculaires, réunies en cinq groupes interradiaux. — De 800 à 1500 m. de profondeur.

CRENASTER MOLLIS, sp. nov. — Semblable au *Pectinaster insignis*, mais sans pédicellaires. — D'environ 2000 m. de profondeur.

B. — Plaques marginales granuleuses, inermes ou portant un gros piquant, mousse et immobile. Plaques ventrales couvertes de granules pouvant s'allonger en courts piquants isolés, mais ne formant ni écailles, ni revêtement épineux.

GENRE GONIOPECTEN, E. P. — Aspect des *Pentagonaster*, mais ventouse ambulacraire petite.

Outre les espèces décrites dans notre mémoire sur les Stellénides de Blake, ce genre comprend les espèces suivantes, recueillies par le *Talisman :*

GONIOPECTEN BIFRONS = ARCHASTER BIFRONS, Wyville Thomson. — De 100 à 2000 m. de profondeur.

GONIOPECTEN INERMIS, sp. nov., voisin du *G. intermedius*, E. P., de la mer des Antilles, mais sans piquants sur les plaques marginales dorsales. — De 950 à 2000 m. de profondeur.

GONIOPECTEN SUBINERMIS = ARCHASTER SUBINERMIS, Philippi. — De 50 à 200 m. dans l'Atlantique.

GONIOPECTEN CHISTI = ARCHASTER ANDROMEDA, M. et T. — 70 exemplaires. — De 140 à environ 1700 m. de profondeur.

En résumé, si l'on ajoute aux espèces décrites dans ce travail celles dont la diagnose a été donnée dans le rapport de M. Alph. Milne-Edwards sur les dragages du *Travailleur* (1), on arrive à un total de soixante-quatre espèces de Stellérides recueillies par les missions françaises d'exploration sous-marine. Sur ce nombre cinquante espèces sont nouvelles. La série des *Brisingidæ* est unique jusqu'ici et a fourni de précieux renseignements sur la morphologie du squelette des Étoiles de mer. La série des *Porcellanasteridæ* et des *Archasteridæ* n'est pas moins digne d'attention. On a fréquemment proclamé que la faune des grandes profondeurs était très uniforme. On sera étonné de voir que nos espèces sont presque toutes différentes de celles recueillies par M. Alex. Agassiz dans la mer des Antilles, pourtant si voisine et si méthodiquement explorée. Le nombre des espèces identiques aux espèces recueillies par les expéditions anglaises n'est pas plus grand, si nous en jugeons par ce qu'on en connaît jusqu'ici. Il y a donc lieu de penser que l'exploration des fonds des mers promet encore de nombreuses découvertes.

(1) *Archives des missions scientifiques et littéraires*, 3ᵉ série, t. IX, 1882, p. 24, 25, 50, 51 et 52 du Rapport.

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS CE VOLUME.

TABLE DES ARTICLES

PAR NOMS D'AUTEURS.

TABLE DES PLANCHES

CONTENUES DANS CE VOLUME

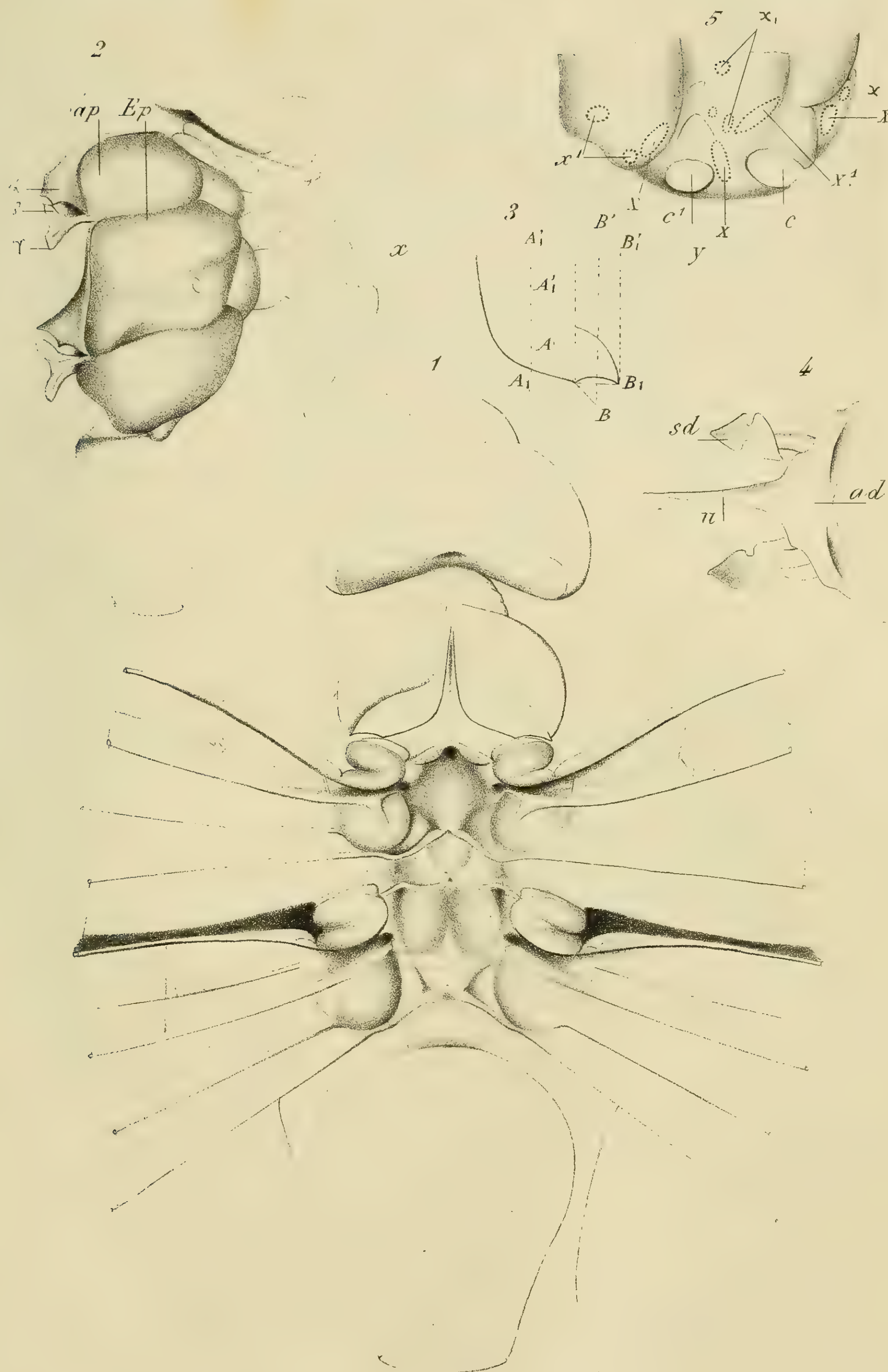
4194. — BOURLOTON — Imprimeries réunies, A, rue Mignon, 2, Paris.



Koehler del. Himly sc.

Jæropsis brevicornis.

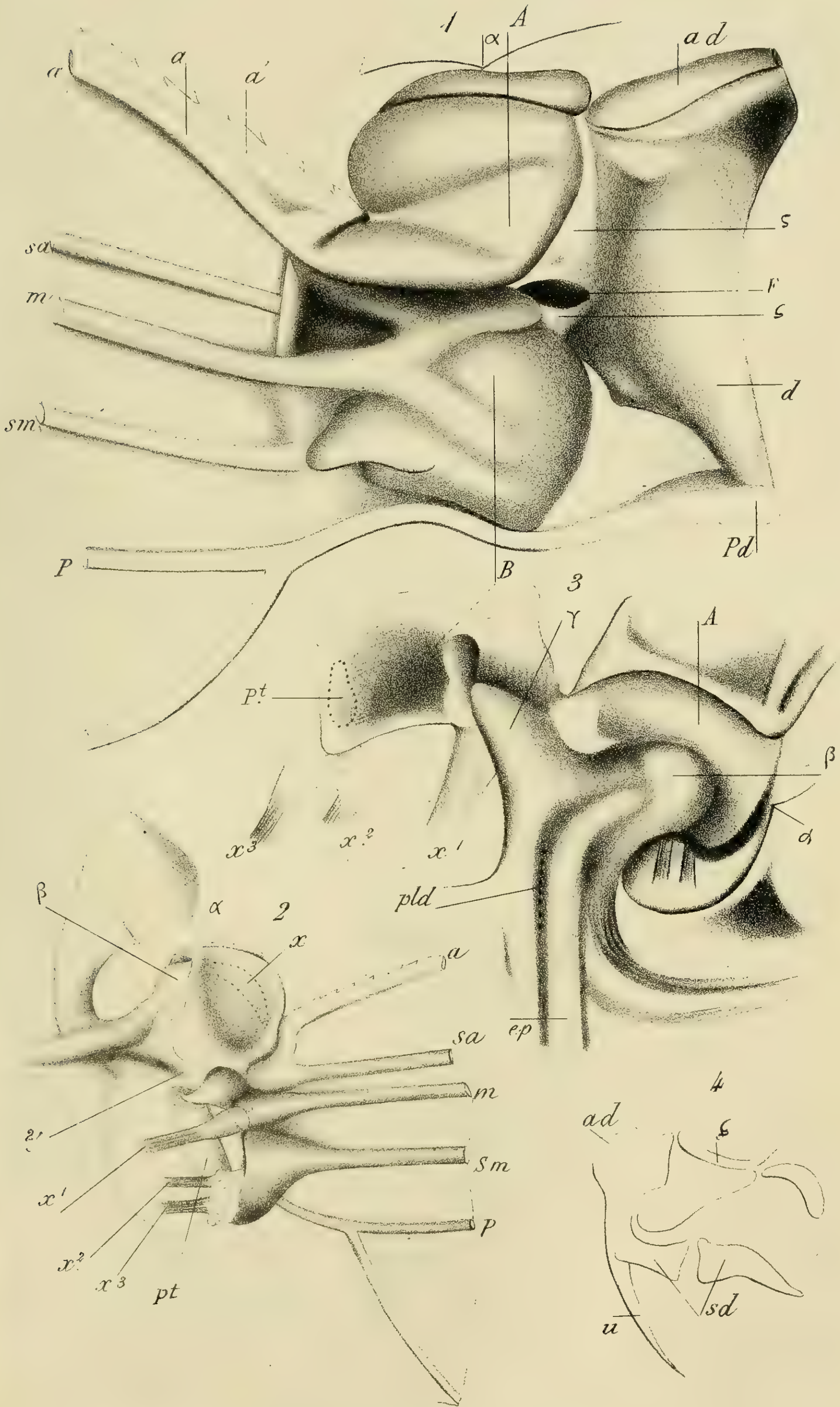
Imp. Lemercier et Cie Paris



Nicolet lith.

Organes du Vol.

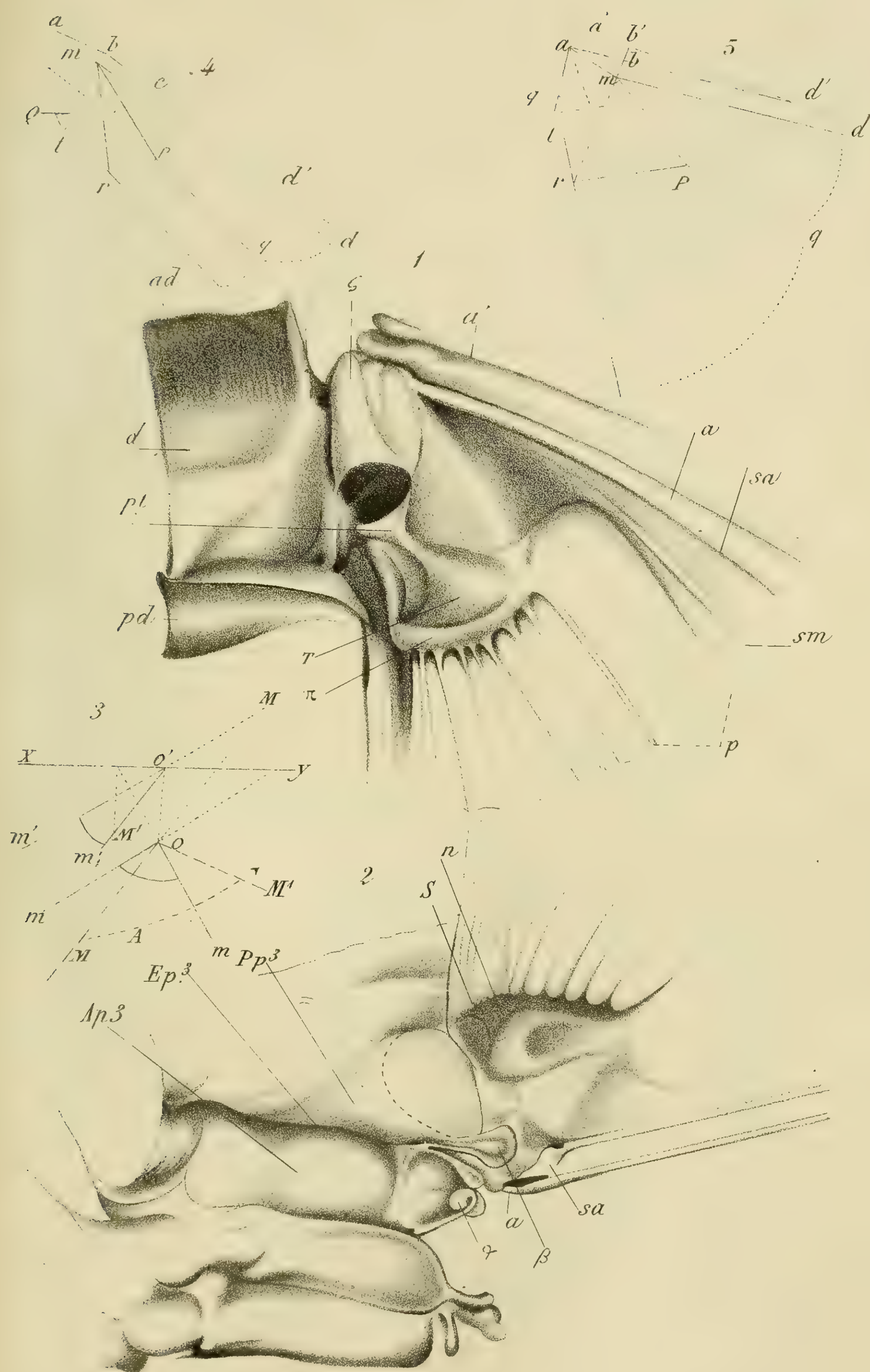
Imp. Lemercier & Cie



Nicolet lith.

Organes du Vol.

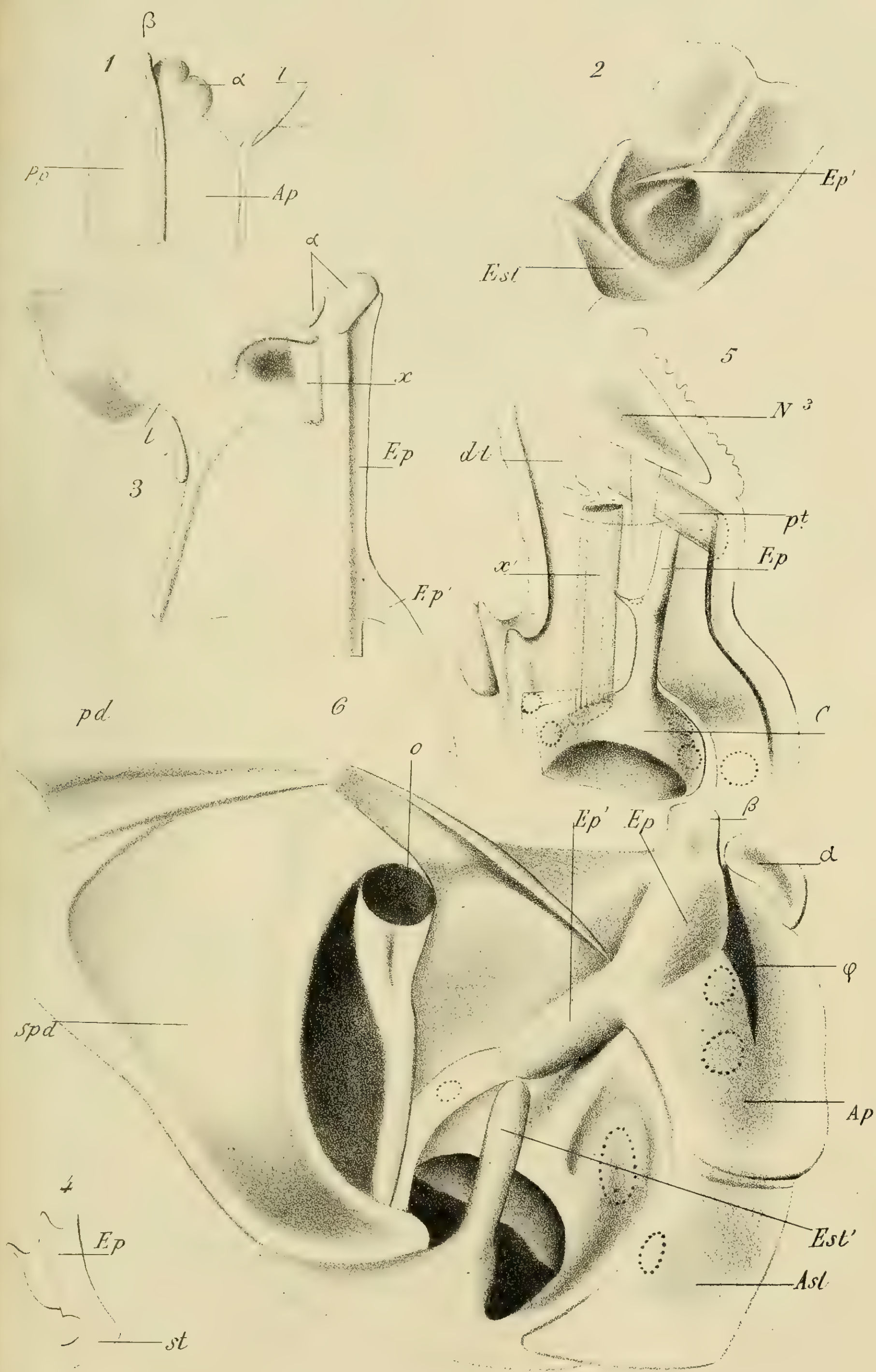
Imp. Lemercier & Cie Paris



Nicolet lith.

Organes du Vol.

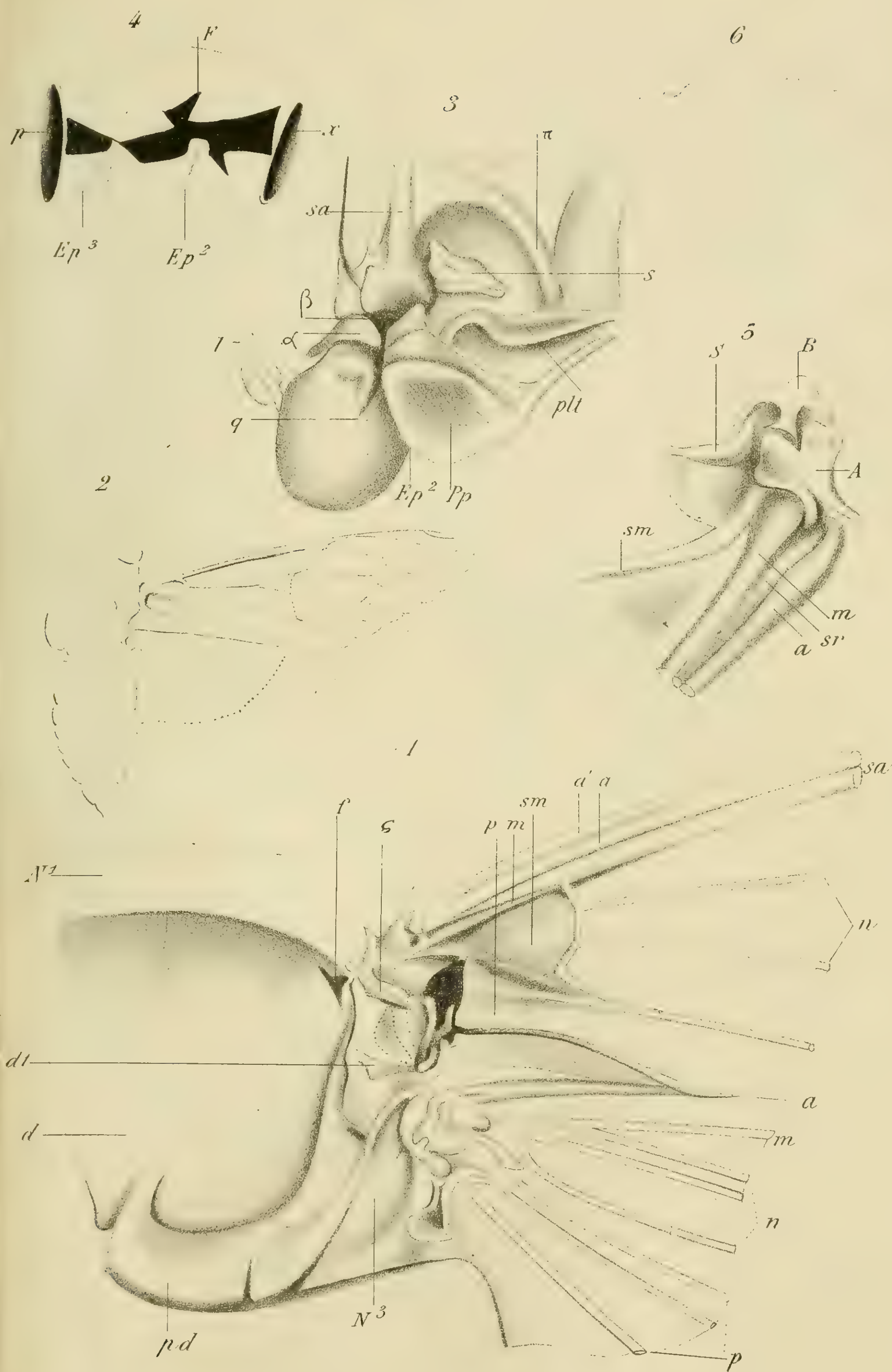
Imp. Lemercier & Cie Paris.



Nicolet lith.

Organes du Vol.

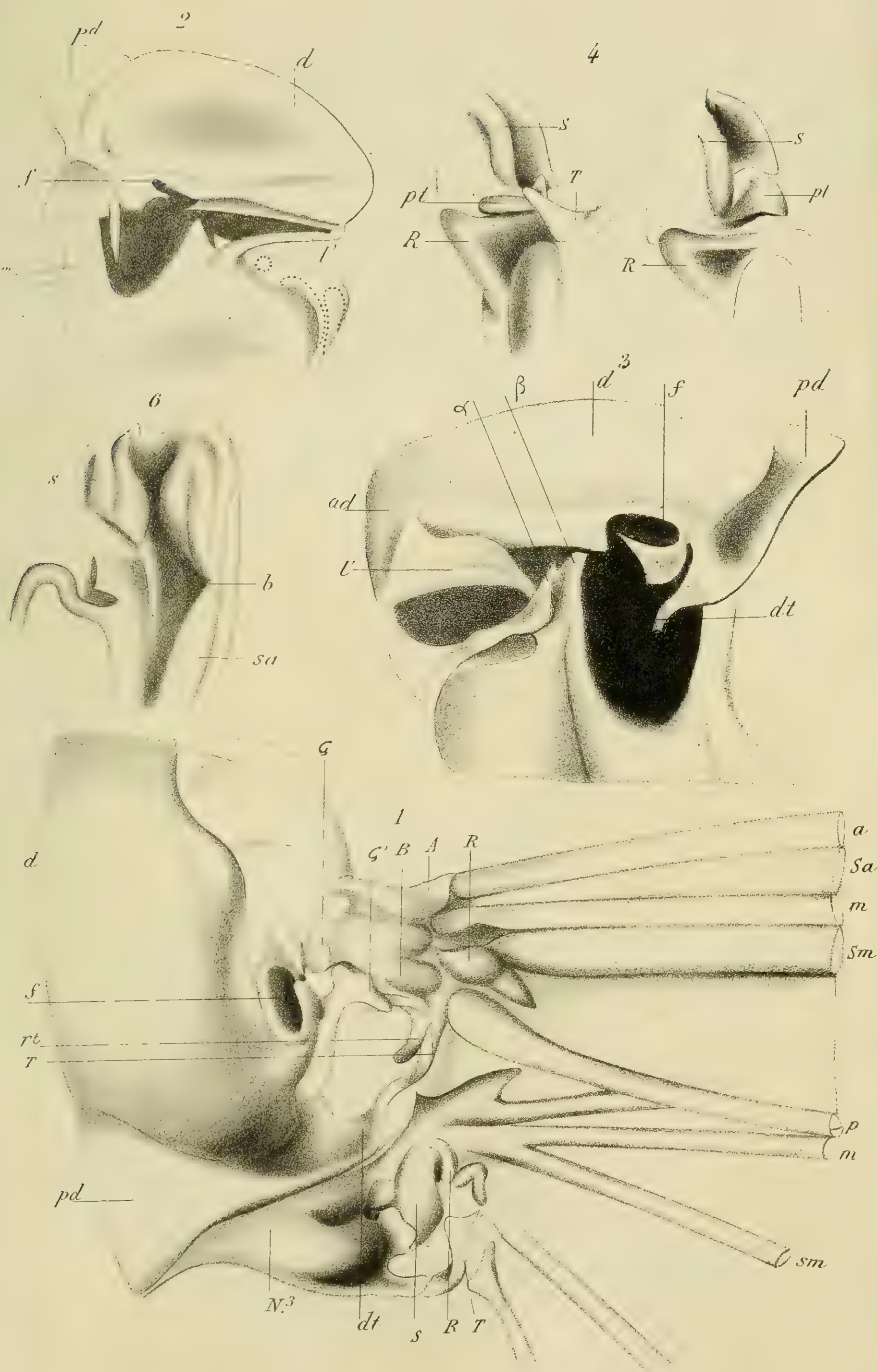
Imp. Lemercier & Cie Paris.



Nicolet lith.

Organe de vol.

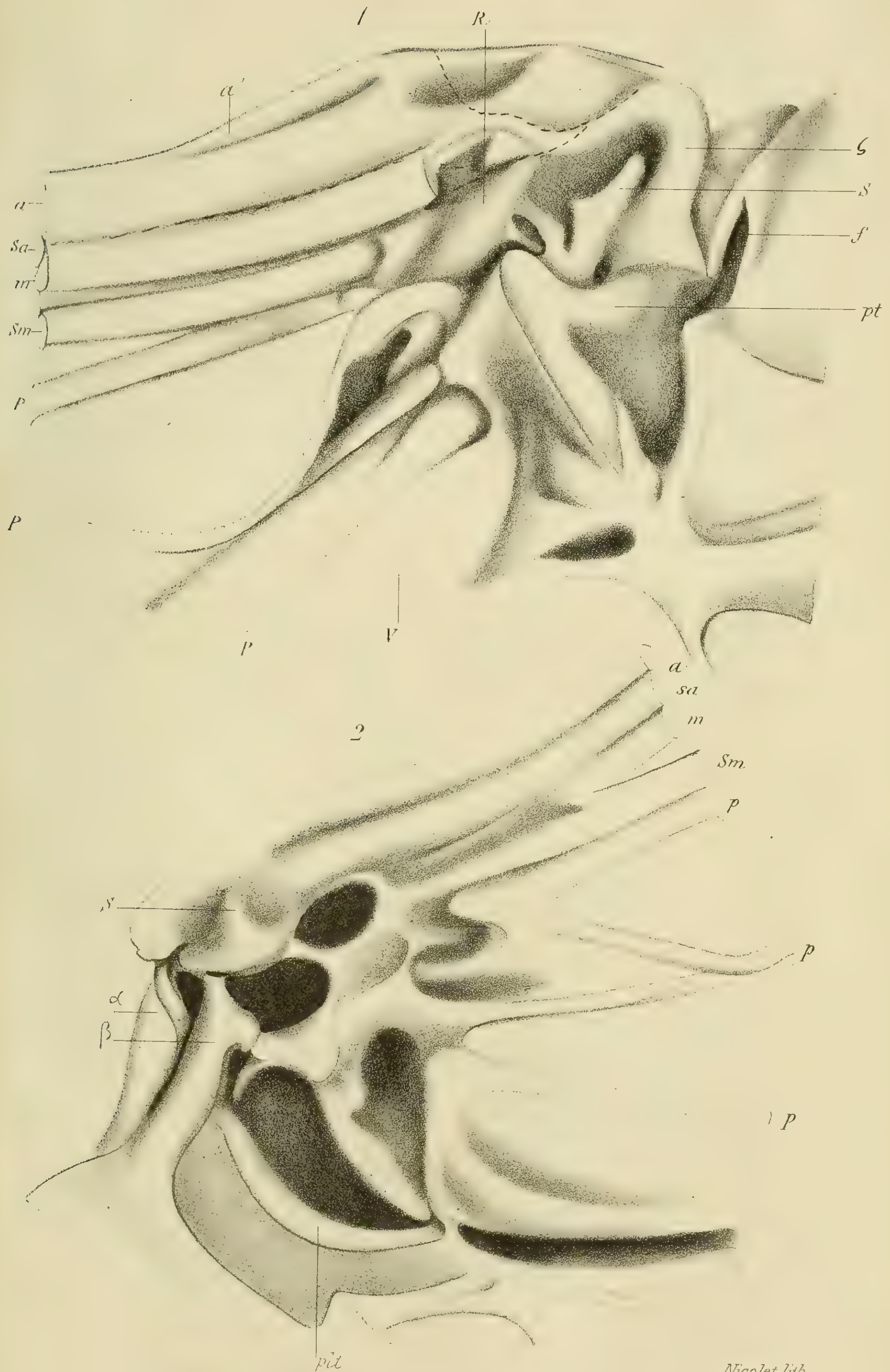
Imp. Lemercier & Cie Paris



Nicolet lith.

Organe de vol.

Imp. Lemercier & Cie Paris.



Nicolet lith.

Organe du vol.

Imp. Lemercier & Cie Paris

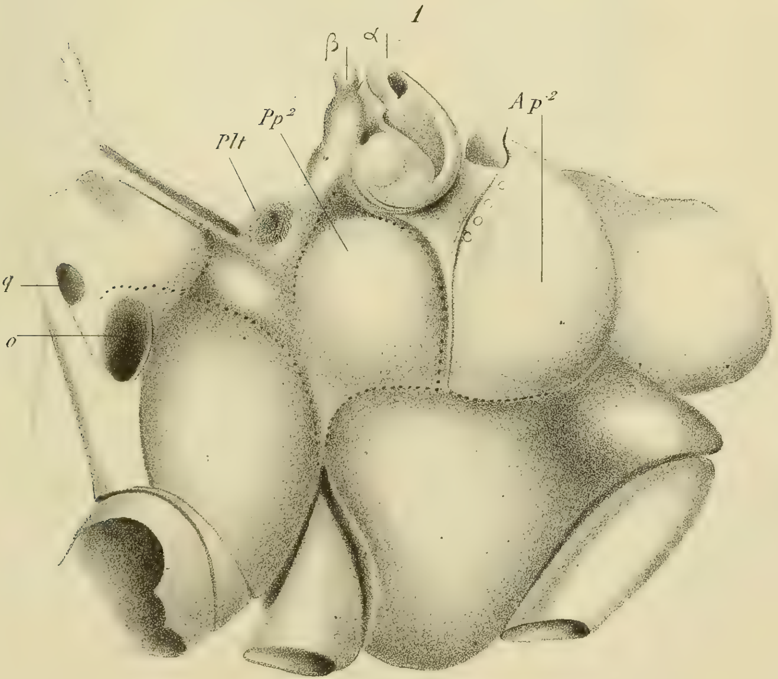
3

E S T a Sa Sm P

V

2

ς E S T R a' Sm P m sa a



Nicolet lith.

Organe du vol

Imp. Lemercier & Cie Paris.

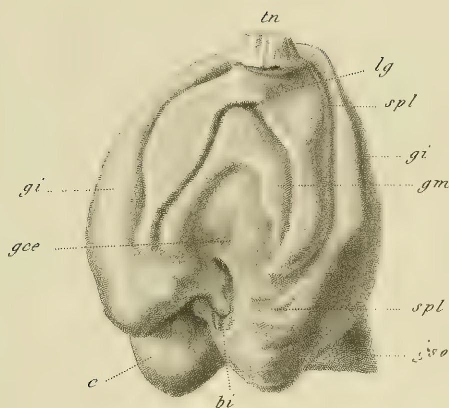


Fig. 2.

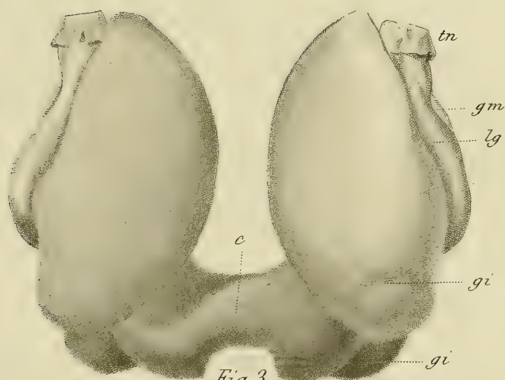


Fig. 3.



Fig. 1.

H. Viallanes del. Himely sc.

Ganglion optique de l'Eristalis.

Imp. Lemercier et Cie Paris.

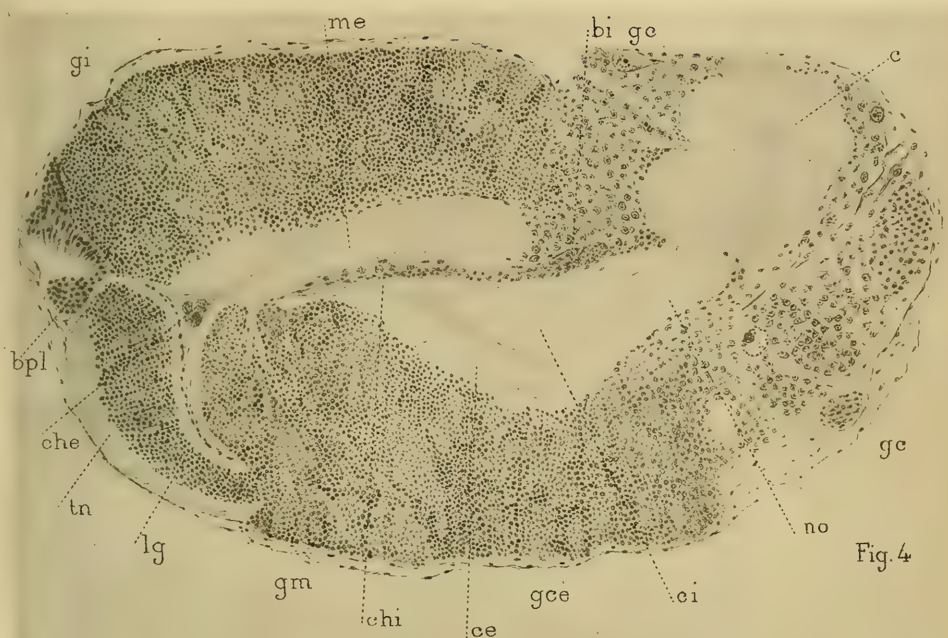


Fig. 4

gm chi
lg
ce
gce
gm'
bpl
lg'
che
bpl'
che
gi
gi
me
me
gc
bi

Fig. 5.

H.Viallanes del. Phototypie A. Quinsac, Toulouse.

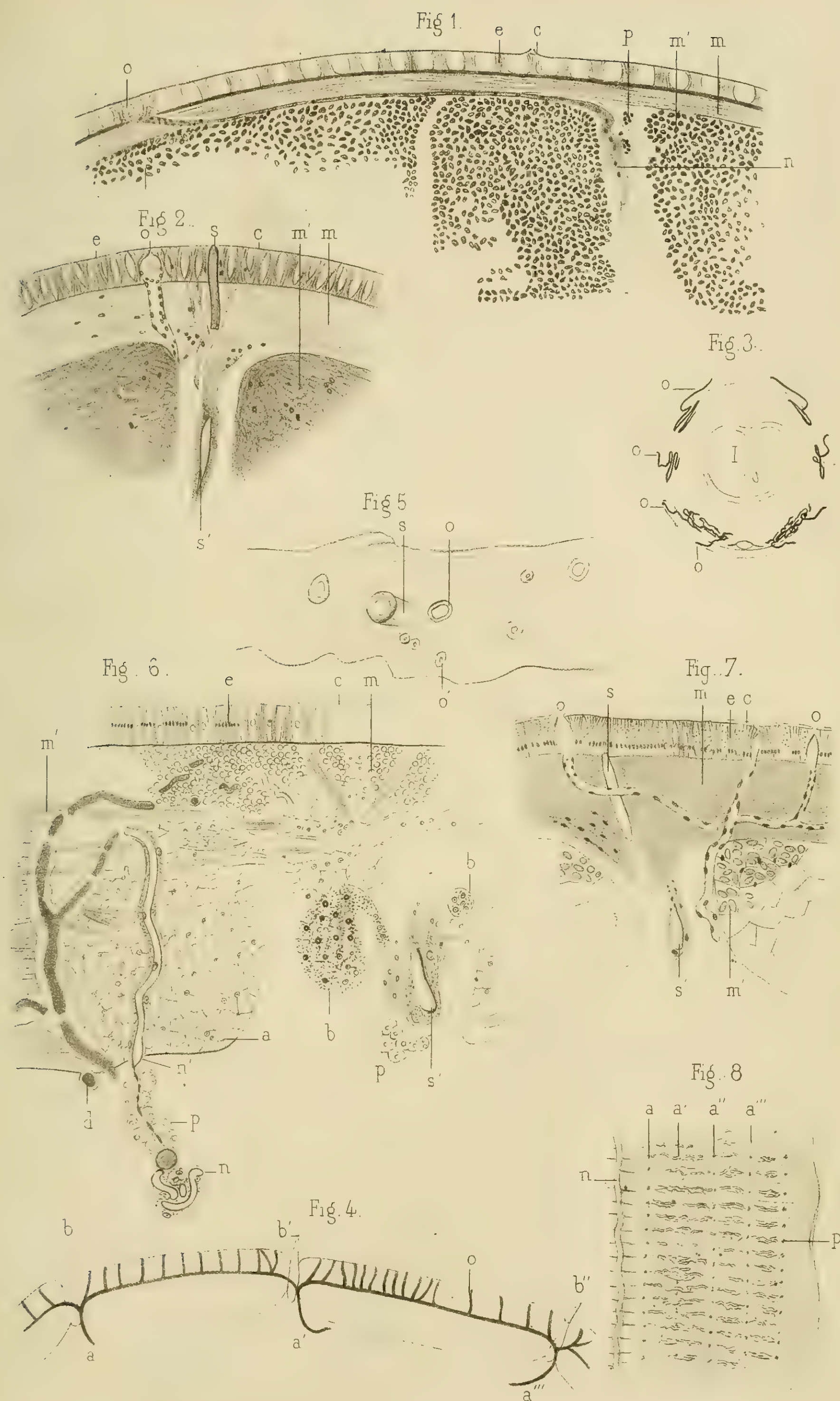
GANGLION OPTIQUE DE L'ÉRISTALIS.



Trt. del. Himely sc.

Hesperomys (Megalomys) pilorides.

Imp. Lemercier et Cie Paris.



Nicolet lith.

Organes segmentaires des Lombriciens.

Imp. Lemercier & Cie Paris.


Fig. 1a.


Fig. 1b.


Fig. 1e.


Fig. 1d.


Fig. 1e.


Fig. 1f.


Fig. 1g.


Fig. 1h.


Fig. 1i.


Fig. 1k.


Fig. 2.


Fig. 3.


Fig. 4.


Fig. 6.

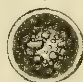

Fig. 7.


Fig. 5a


Fig. 5b.


Fig. 5c.


Fig. 5d.


Fig. 5e.


Fig. 5f.


Fig. 5g.


Fig. 5g'.

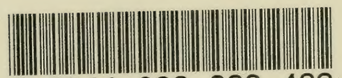

Fig. 5d'.


Fig. 5d''.

hawkine del. Nicolet lith.

Astasia ocellata.

Imp Lemercier & Cie Paris


3 2044 093 338 432